



Energetický posudek

dle Vyhlášky č. 480/2012 Sb.

Prioritní osa 5: Energetické úspory;

Specifický cíl 5.1: Snížit energetickou náročnost veřejných budov a zvýšit využití obnovitelných zdrojů energie

Název posudku	Střední odborné učiliště, Lázně Bělohrad		
Místo objektu	Zámecká 478, 507 81 Lázně Bělohrad		
Katastrální území	Lázně Bělohrad [679330]		
č. parc.	st. 606, st. 661		
Zpracoval:	Ing. David Knill, č.o. 265		
Datum zpracování:	11.4.2016	Evidenční číslo EP	30016/RM



Obsah

Příloha č. 6 – Schematické výkresy	3
Příloha č. 7 – Skladby konstrukcí – výpočet U (stávající a návrhový stav)	3
Příloha č. 8 – Ztráty (stávající a návrhový stav)	3
Příloha č. 9 – Návrh větrání – dle výpočetní pomůcky	3
1. Účel zpracování energetického posudku	4
2. Identifikační údaje	4
3. Podklady pro zpracování energetického posudku.....	5
3.1. Popis stávajícího stavu budovy	6
3.2 Popis systémů TZB - stávající stav	16
3.3. Popis budovy – tepelně technické vlastnosti.....	19
3.4 Vyhodnocení výchozího stavu.....	20
4. Navrhovaná opatření	21
4.2 Popis systémů TZB – navrhovaný stav	23
4.3 Celková energetická bilance	25
5. Ekologické vyhodnocení	26
5.1 Výpočet emisí CO ₂	26
5.2 Výpočet emisí ostatních znečišťujících látek.....	28
6. Ekonomické vyhodnocení.....	28
7. Management hospodaření s energiemi.....	31
8. Posouzení vhodnosti aplikace EPC	33
9. Závěr	36
Evidenční list energetického posudku.....	37
Příloha č. 1 - Soulad projektu s požadavky OPŽP	44
Příloha č. 2 - Indikátory (parametry) pro hodnocení a monitorování projektu	47
Příloha č. 3 – Energetický štítek obálky budovy dle ČSN 73 0540-2 (2011) (samostatná příloha).....	48
Příloha č. 4 - Průkaz energetické náročnosti budovy (stávající a návrhový stav) (samostatná příloha).....	48
Příloha č. 5 - Kopie dokladu o vydání oprávnění podle §10b zákona č.406/2000 Sb.	49
Příloha č. 6 – Schematické výkresy	50
Příloha č. 7 – Skladby konstrukcí – výpočet U (stávající a návrhový stav)	51
Příloha č. 8 – Ztráty (stávající a návrhový stav)	52
Příloha č. 9 – Návrh větrání – dle výpočetní pomůcky	53

Příloha č. 6 – Schematické výkresy

Příloha č. 7 – Skladby konstrukcí – výpočet U (stávající a návrhový stav)

Příloha č. 8 – Ztráty (stávající a návrhový stav)

Příloha č. 9 – Návrh větrání – dle výpočetní pomůcky

1. Účel zpracování energetického posudku

Energetický posudek je zpracován pro účel žádosti o podporu z Operačního programu Životní prostředí 2014 – 2020 (OPŽP) podle §9a, odst. (1), písm. e, zákona č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií, ve znění pozdějších předpisů (zákon č. 103/2015 Sb.).

Cílem navrhovaného řešení bude nalézt a doporučit takové řešení, které z hlediska provozovatele bude nejefektivnější a nejekonomičtější ve vztahu k dlouhodobým spotřebám energie v budovách v souladu se stávajícími zákony a závaznými předpisy v oblasti energetiky a životního prostředí.

Účelem zpracování energetického posudku je posouzení snížení energetických spotřeb budov, posouzení vytápěcího systému, přípravy TV a spotřeby elektrické energie, přičemž výchozím stavem je stávající stav vyplývající ze skutečných fakturačně doložených spotřeb energie.

2. Identifikační údaje

Objednatel, vlastní:	Střední odborné učiliště, Lázně Bělohrad Zámecká 478 507 81 Lázně Bělohrad IČ: 00087726
Předmět energetického posudku:	Školní budova SOU na adrese Zámecká 478, včetně sportovního zázemí a tělocvičny
Místo stavby:	Zámecká 478, 507 81 Lázně Bělohrad
Typ objektu:	Školní budova
Zhotovitel:	Ing. David Knill, č.o 265
Spolupráce:	Ing. Radek Matoušek
Datum:	26. 1. 2016

3. Podklady pro zpracování energetického posudku

Všechny údaje uvedené v tomto energetickém posudku byly získány z následující dokumentace:

- Původní projektová dokumentace (neúplná)
- Stavební výkresy jednotlivých projektových dokumentací,
- Energetický audit ze září 2004 zpracovaný spol. JSM Hradec Králové, zpracovatel: Ing. Miroslav Mizera
- Spotřeba elektrické energie a tepelné energie za období 2013 až 2015
- Nařízení Komise (EU) č. 813/2013, kterým se provádí směrnice Evropského parlamentu a Rady 2009/125/E, pokud jde o požadavky na ekodesign ohříváčů pro vytápění vnitřních prostorů a kombinovaných ohříváčů (požadavky od 26. 9. 2018),
- Nařízení komise č. 2015/1189 ze dne 28. dubna 2015, kterým se provádí směrnice Evropského parlamentu a Rady 2009/125/ES, pokud jde o požadavky na ekodesign kotlů na tuhá paliva (požadavky od 1. 1. 2020).
- Pro zpracování posudku dále sloužily informace z prohlídky objektu a vlastní fotodokumentace
- Použité normy a vyhlášky:
 - 1) Zákon 406/2000 Sb. o hospodaření energií v platném znění
 - 2) Vyhláška č. 480/2012 Sb. o energetickém auditu a energetickém posudku
 - 3) Vyhláška č. 78/2013 Sb. o energetické náročnosti budov v platném znění
 - 4) Vyhláška č. 194/2007 Sb. kterou se stanoví pravidla pro vytápění a dodávku teplé vody
 - 5) ČSN 73 0540 (2011) – Tepelná ochrana budov
 - 6) ČSN EN ISO 13790 – Tepelné chování budov – výpočet potřeby energie na vytápění
 - 7) ČSN EN 12831 Tepelné soustavy v budovách - výpočet tepelného výkonu
 - 8) ČSN EN 832 Tepelné chování budov – výpočet potřeby energie na vytápění – obytné budovy
 - 9) ČSN EN ISO 14683 Tepelné chování budov – měrná ztráta prostupem tepla
 - 10) ČSN EN ISO 13370 Tepelné chování budov – přenos tepla zeminou
 - 11) ČSN EN ISO 13789 Stavební prvky a stavební konstrukce – tepelný odpor a součinitel prostupu tepla
 - 12) Další související normy a vyhlášky

3.1. Popis stávajícího stavu budovy

Údaje o předmětu EP:

a) Charakteristika hlavních činností předmětu energetického posudku – provozní podmínky

Hodnocený objekt je situován v krajině s oblastní teplotou -15°C (dle ČSN 12831). Počet dnů otopného období pro $t_{\text{em}} = 13^{\circ}\text{C}$ je 234, s průměrnou denní teplotou v otopném období $t_{\text{es}} = 3,8^{\circ}\text{C}$. Délky otopného období se řídí pravidly vyhlášky MPO 194/2007 Sb. Objekt slouží svému původnímu účelu – školní budova se šatnami a technickým zázemím pro tělocvičnu.

b) Charakteristika běžného provozního využití předmětu energetického posudku v posledních třech letech.

Kapacita školy je 320 žáků ve 14 učebnách.

Průměrný počet žáků na jednu učebnu je 22,86 žáků

z toho: cca 40% žáků je na praxi mimo školu

cca 3% žáků jsou v tělocvičně

Průměrně na jednu učebnu zůstává ve třídě 57% z 22,86 žáků, tj. 13,03 žáků.

Současný stav:

Škola má v současné době (školní rok 2015/2016) 217 žáků ve 14 učebnách.

Průměrný počet žáků na jednu učebnu je 15,5 žáků

z toho: cca 40% žáků je na praxi mimo školu

cca 3% žáků jsou v tělocvičně

Průměrně na jednu učebnu zůstává ve třídě 57% z 15,5 žáků, tj. 8,84 žáků.

Výuka na škole probíhá v době od 7:30 hod. do 14:00 hod., v době od 12:40 do 13:10 je přestávka na oběd.

c) Popis technických zařízení, systémů a budov

Stavební obvodové konstrukce

Budova A – školní budova

Budova byla postavena společně s přízemní částí vstupu se šatnami v roce 1980. Je celá podsklepená, má dvě nadzemní podlaží. Objekt je postaven z příčně děrovaných cihel, stropy jsou panelové, střecha plochá s živičnou krytinou. Půdorys objektu je složen z obdélníkových vzájemně ustupujících částí. Vnější rozměry školní budovy jsou 56,7 x 19,2m. Severní část o vnějších rozměrech 27,7 x 19,2m tvoří stěnový trojtrakt se středním chodbovým traktem a světlou vzdáleností nosních stěn 6,6m, 4,2m a 6,6m. Střední část o vnějších rozměrech 22,9 x 11,2m tvoří stěnový dvojtrakt s užším chodbovým traktem a svět-

lou vzdáleností nosných stěn 6,6m a 3,2m. Jižní část o rozměrech 5,9 x 9,2m tvoří stěnový jednotrakt. Konstrukční výška 1. PP je 3,4m, konstrukční výška 1. NP a 2. NP je 3,7m. Jelikož je terén okolo budovy mírně svažité, je podlaha 1.PP na severní straně cca 1,0m pod terénem, na jihu je v úrovni terénu.

Hlavní schodiště v budově je železobetonové deskové s na betonovanými stupni a keramickým obkladem. Vnější schodiště ke vstupu do kotelny je betonové.

Hlavní vchod do budovy je ze severu z přízemní vstupní části, vedlejší vchod je ze západu do kotelny v suterénu.

Budova je založena na betonových základových pasech.

Obvodové stěny 1. PP, 1.NP a 2.NP jsou postaveny z cihel příčně děrovaných tl. 400 mm na maltu vápenocementovou. Na obvodové stěny 1. PP pod terénem je přiložena hydroizolace a přizděna izolační přízdívka z cihel plných tl.150mm na maltu vápenocementovou.

Konstrukci podlahy 1. PP na terénu tvoří nášlapná vrstva (cementový potěr, keramická dlažba), betonová mazanina, separační lepenka, polystyren, hydroizolace a podkladní beton.

Konstrukce podlah 1.NP a 2.NP je složena z nášlapné vrstvy (ker. Dlažba, vlysy), cementového potěru, vyztužené betonové mazaniny a zespoda omítaných železobetonových dutinových panelů.

Nosnou část ploché větrané střechy tvoří zespodu omítané stropní železobetonové dutinové panely, na nich je vytvořena skladba ve složení odspodu vyztužená betonová mazanina, škvárobeton ve spádu, lepenka A 500H, plynosilikát s větranými kanály, vyrovnávací cementový potěr a střešní živichá krytina Sklobit.

Klempířské konstrukce jsou z ocelového pozinkovaného plechu.

V budově jsou použita dřevěná zdvojená okna, okna kotelny jsou ocelová s dvojsklem, na schodišti je použito sklobetonových tvárnic.

Vstupní dveře z venkovního prostoru do kotelny jsou ocelové prosklené s nadsvětlíkem.

Vnitřní dveře v budově jsou dřevěné plné i prosklené v ocelových zárubních.

Vnitřní omítky jsou vápenné štukové a v místnostech hygienického zařízení a ve cvičné kuchyni jsou použity skleněné mozaikové obklady.

Vnější omítka je vápenocementová břizolitová škrábaná. Okolo budovy je proveden sokl s kabřincovým obkladem výšky 0,5 – 1,1m.

Budova B – část vstupní se šatnami

Tato část budovy mezi školní budovou a technickým zázemím pro halu byla postavena společně s hlavní školní budovou s učebnami v roce 1980

Část vstupu se šatnami je nepodsklepená, má jedno nadzemní podlaží. Objekt je postaven z příčně děrovaných cihel, střecha je plochá s fóliovou PVC krytinou. Půdorys objektu je obdélníkový o rozměrech 39,4 x 9,4m. Nosný systém dvoutraktu šaten tvoří obvodové stěny a vnitřní sloupy s průvlakem suplující střední stěnu. Ve vstupní hale přejímají nosnou funkci dva železobetonové sloupy kruhového průřezu s průvlakem. Konstrukční výška je 3,25m, světlá výška je 3,0m. Úroveň podlahy vstupní části se šatnami je v úrovni podlahy mezi podestý mezi 1.PP a 1.NP v hlavní školní budově.

Vnější vyrovnávací schodiště u vstupu je betonové.

Hlavní vchod do budovy je ze západu, další vchody jsou ze severu a ze dvora jihu. Do budovy je přístup vnitřními dveřmi z části technického zázemí pro halu na východě a ze školní budovy na jihozápadě.

Budova je založena na betonových základových pásech.

Obvodové stěny jsou postaveny z cihel příčně děrovaných tl. 300 mm na maltu vápenocementovou. Sloupy ve vstupní hale jsou vyžděny z cihel plných pálených tl. 450 mm na maltu cementovou. Sloupy ve vstupní hale jsou železobetonové. Příčky tl. 100 mm a 150 mm jsou postaveny z cihel dvouděrových na maltu vápenocementovou.

Konstrukci podlahy 1.PP na terén tvoří nášlapná vrstva (teracová dlažba, příp. Keramická dlažba do maltového lože), cementový potěr, betonová mazanina, separační lepenka, polystyren, hydroizolace a podkladní beton.

Nosnou část ploché střechy tvoří zespodu omítané stropní železobetonové dutinové panely, na nich je vytvořena skladba ve složení odspodu škvárový násyp ve spádu, plynosilikát, vyrovnávací cementový potěr, původní střešní živičná krytina Sklobit a nová fóliová PVC střešní krytina.

Klempířské konstrukce jsou z ocelového pozinkovaného plechu.

V budově jsou použita dřevěná zdvojená okna. Vstupní dveře jsou ocelové prosklené. Stěna hlavního vstupu je ocelová prosklená.

Vnitřní dveře jsou ocelové prosklené, šatny tvoří kóje se stěnami a dveřmi s pletivovou výplní v ocelovém rámu.

Vnitřní omítky jsou vápenné štukové, železobetonové sloupy jsou obloženy skleněným mozaikovým obkladem. Vnější omítky je vápenocementová břizolitová škrábaná. Okolo budovy od úrovně terénu do úrovně vnitřní podlahy je proveden sokl s kabřincovým obkladem. Část stěny u hlavního vstupu je zvenku obložena mozaikovým skleněným obkladem. Atika je na severní straně obložena ocelovým vlnitým plechem.

Budova C – část technického zázemí sportovní hala

Část technického zázemí sportovní haly s bytem školníka byla spolu se sportovní halou postavena v roce 1985

Budova je nepodsklepená, má tři nadzemní podlaží. Objekt je postaven z příčně děrovaných cihel a plynosilikátových tvárnic, stropy jsou panelové, střecha plochá s živičnou krytinou. Půdorys objektu je obdélníkový o rozměrech 25,3m x 12,0m. Budova má stěnový nosný systém. Konstrukční výška 1.NP a 2.NP je 3,3m, konstrukční výška 3.NP je 3,7m.

Hlavní schodiště v budově je železobetonové deskové s na betonovanými stupni.

Vchod do budovy do části s bytem domovníka je z venkovního prostoru ze západní strany ze dvora a do skladu z jihu ze dvora. Hlavní přístup do technického zázemí tělocvičny je vnitřními dveřmi z přízemní části se šatnami. Na jihozápadním rohu budovy je ve 2.NP k bytu školníka vykonzolováním stropních panelů vytvořen balkón.

Budova je založena na betonových základových pásech.

Obvodové stěny 1.NP jsou postaveny z cihel příčně děrovaných tl. 400mm na maltu vápenocementovou. Obvodové stěny 2.NP jsou postaveny z cihel příčně děrovaných tl. 500mm na maltu vápenocementovou. Obvodové stěny 3. NP jsou postaveny z plynosilikátových tvárnic tl. 450 mm na maltu vápenocementovou. Příčky v budově tl. 100mm a 150mm jsou postaveny z cihel dvouděrových na maltu vápenocementovou.

Konstrukci podlahy 1.NP na terén tvoří nášlapná vrstva (cementový potěr, keramická dlažba), betonová mazanina, separační lepenka, polystyren, hydroizolace a podkladní beton.

Konstrukce podlahy 2.NP a 3.NP je složena z nášlapné vrstvy (PVC, ker. Dlažba, vlysy), vztužené betonové mazaniny a zespodu omítaných železobetonových dutinových panelů.

Nosnou část ploché větrané střechy tvoří zesponu omítané stropní železobetonové dutinové panely, na nich je vytvořena skladba ve složení odspodu vyztužená betonová mazanina, škvárobeton ve spádu, lepenka A 500H, plynosilikát s větranými kanály, vyrovnávací cementový potěr a střešní živichná krytina Sklobit.

Klempířské konstrukce jsou z ocelového pozinkovaného plechu.

V budově jsou použita dřevěná zdvojená okna.

Vstupní dveře z venkovního prostoru k bytu domovníka jsou dřevěné prosklené, ve skladu 1.NP jsou osazena ocelová zateplená vrata.

Vnitřní dveře v budově jsou ocelové prosklené, dřevěné plné i prosklené v ocelových zárubních.

Vnitřní omítky jsou vápenné štukové a v místnostech hygienického zařízení jsou použity keramické obklady.

Vnější omítka je vápenocementová břizolitová škrábaná. Okolo budovy od úrovně terénu do úrovně vnitřní podlahy 1.NP je proveden sokl s kabřincovým obkladem.

Budova D – sportovní hala

Sportovní hala byla postavena spolu s částí technického zázemí s bytem školníka v roce 1985.

Budova je nepodsklepená, má jedno nadzemní podlaží. Objekt je postaven z montovaného systému HARD

RD Jeseník, typové označení PJ 24 – 10,2. Půdorys objektu je obdélníkový o modulových rozměrech 42,0 x 24,0m. Rozteče příčných vazeb jednolodní haly jsou 6,0m.

Vnější rozměry objektu jsou 42,6 x 24,5m. Světlá výška haly je 10,3m.

Vchod do budovy je z venkovního prostoru do části šaten a dále do technického zázemí pro sportovní halu.

Ve východní štítové stěně haly jsou obsazeny zateplená garážová vrata.

Nosné prvky haly tvoří ocelové zdvojené sloupy vetknuté do základových monolitických patek a ocelové trojkloubové vazníky uložené na sloupech. Plášť je typový HARD s rastrovým členěním v modulu 1,0m. Jedná se o plášť z panelů na venkovní straně z hliníkových eloxovaných plechů s vloženou tepelnou izolací z minerální plsti a dodatečně přiloženou tepelnou izolací PPS 50mm zevnitř haly. Do výšky 0,8m nad úroveň podlahy jsou obvodové stěny vzděny z cihel příčně děrovaných na tl. 400Mm na maltu vápenocementovou.

Konstrukci podlahy na terén tvoří pravděpodobně palubová podlaha na podkladní prkenné vrstvě, dřevěný rošt s vloženou tepelnou izolací, betonová mazanina, hydroizolace a podkladní beton.

Střecha haly je sedlová. Odshora je střecha tvořena horním trapézovým pozinkovaným plechem, tepelnou izolací z minerální plsti mezi distanční profily a spodním trapézovým plechem přišroubovaným k vaznicím uchyceným seshora k vazníkům. V hale je vytvořen podhled z hliníkových trapézových plechů s vloženým polystyrenem.

Klempířské konstrukce jsou z ocelového pozinkovaného plechu.

V budově jsou použita ocelová okna s izolačním dvojsklem. Vrata z venkovního prostoru ve východní štítové stěně jsou ocelová zateplená.

Jako povrchová úprava polystyrenu obvodového pláště jsou zevnitř provedeny nátěry, do výšky ca 1,7m jsou v hale použity dřevěné obklady. Vnitřní omítky (na styku C a D a zděná část obvod.stěn) jsou vápenné štukové, příp. S barevným nátěrem.

Obvodové stěny z příčně děrovaných cihel jsou zvenku obloženy kabřincem.

Otopná soustava

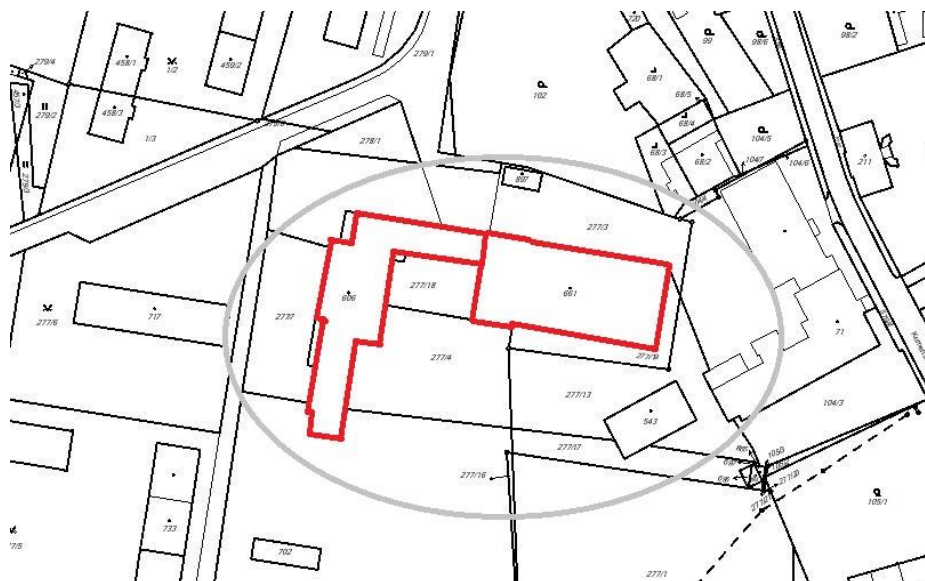
Vytápění objektu je zajištěno třemi litinovými litinovými teplovodními kotli E-II-N, které jsou vybaveny nízkotlakými hořáky DZ 300 2A, výkon každého kotle je nastaven na 212 kW. Celkový instalovaný výkon kotleny je tedy 636 kW. Kotle jsou vybaveny havarijním a provozním termostatem. Každý hořák má své automatické řízení se spínacími programovatelnými hodinami. Přívod a odvod spalovacího vzduchu je zajištěn neuzavíratelnými otvory skrz stěnu kotleny. Každý kotel má svůj samostatný odvod spalin do komínového průduchu.

Systém vytápění v objektu je dvourubkový otevřený s nuceným oběhem topné vody s teplotním spádem 90/70°C. Na potrubí topné vody od kotlů je osazen trojcestný směšovací ventil KOMEX – regulace topné vody je zajištěna ekvitermně. V kotelně je osazen rozdělovač a sběrač, za nímž jsou na zpětném potrubí osazena dvě oběhová čerpadla, z nichž jedno je rezervní. Z rozdělovače vystupuje 7 větví topné vody, z nichž dvě jsou vedeny do akumulčních ohříváčů TV. Další větve jsou určeny pro hygienická zázemí a chodby, pro učebny, šatny (budova B) a pro technické zázemí sportovní haly (C) a halu (D). Potrubí topné vody je vedeno v kanále, případně je zavěšeno pod stropem. Stoupačky a přípojky k jednotlivým tělesům jsou vedeny volně po povrchu konstrukcí. Veškeré rozvody topné vody jsou z ocelového potrubí.

Otopná tělesa jsou ocelová článková, osazená převážně pod okny. Jsou opatřeny uzavíracími ventily.

Tepelná izolace potrubí topné vody je provedena z větší části obalem z minerální vlny a opatřena sádrovou omítkou. Rozvody pod stropem 1PP jsou obaleny minerální vlnou a opláštěny hliníkovou folií. Větve topné vody pro šatnu a pro tělocvičnu jsou v chodbě budovy B a C vedeny v kanále a jsou obsypány perlitem. Potrubí topné vody vedené po povrchu je opatřeno základním nátěrem a emailem.

d) Situační plán



Údaje o energetických vstupech za předcházející 3 roky.

Následující tabulky obsahují základní ukazatele vlastních energetických zdrojů a roční bilanci výroby energie z vlastních zdrojů včetně vyhodnocení účinnosti užití energie ve zdrojích pro 3 leté předchozí období. Vstupy vycházejí z účetních dokladů za energie předložených zadavatelem. Tabulky jsou zpracovány v souladu s přílohou č. 3 k vyhlášce č. 480/2012 Sb.

Přepočet objemu zemního plynu na MWh je proveden ze spalného tepla koeficientem 10,55 MWh/m³

Soupis základních údajů o energetických vstupech za předchozí 3 roky

Pro rok 2013						
Vstupy paliv a energie	jednotka	množství	výhřevnost GJ/jednotku	Přepočet na GJ	Přepočet na MWh	Roční náklady v tis. Kč
Elektrina	MWh	38,614	3,6	139,01		176,78
Teplo	GJ					
Zemní plyn	MWh	479,856	3,6	1727,48		568,19
Jiné plyny	MWh					
Hnědé uhlí	t					
Černé uhlí	t					
Koks	t					
Jiná paliva	t					
TTO	t					
LTO	t		0,042			
PHM	t		1			
Druhé zdroje	GJ		1			
Obnovitelné zdroje	GJ/MWh					
Jiná paliva	GJ		1			
Celkem vstupy paliv a energie				1866,49		744,97
Změna stavu zásob paliv						
Celkem spotřeba paliv a energie				1866,49		744,97

Pro rok 2014						
Vstupy paliv a energie	jednotka	množství	výhřevnost GJ/jednotku	Přepočet na GJ	Přepočet na MWh	Roční náklady v tis. Kč
Elektrina	MWh	39,821	3,6	143,36		159,86
Teplo	GJ					
Zemní plyn	MWh	386,36	3,6	1390,90		416,59
Jiné plyny	MWh					
Hnědé uhlí	t					
Černé uhlí	t					
Koks	t					
Jiná paliva	t					
TTO	t					
LTO	t		0,042			
PHM	t		1			
Druhé zdroje	GJ		1			
Obnovitelné zdroje	GJ/MWh					
Jiná paliva	GJ		1			
Celkem vstupy paliv a energie				1534,26		576,45
Změna stavu zásob paliv						
Celkem spotřeba paliv a energie				1534,26		576,45

Pro rok 2015						
Vstupy paliv a energie	jednotka	množství	výhřevnost GJ/jednotku	Přepočet na GJ	Přepočet na MWh	Roční náklady v tis. Kč
Elektrina	MWh	38,328	3,6	137,98		153,63
Teplo	GJ					
Zemní plyn	MWh	384,075	3,6	1382,67		404,22
Jiné plyny	MWh					
Hnědé uhlí	t					
Černé uhlí	t					
Koks	t					
Jiná paliva	t					
TTO	t					
LTO	t		0,042			
PHM	t		1			
Druhé zdroje	GJ		1			
Obnovitelné zdroje	GJ/MWh					
Jiná paliva	GJ		1			
Celkem vstupy paliv a energie				1520,65		557,85
Změna stavu zásob paliv						
Celkem spotřeba paliv a energie				1520,65		557,85

Pro rok 2013 - 2015: průměrné hodnoty souhrn za předchozí tříleté období						
Vstupy paliv a energie	jednotka	množství	výhřevnost GJ/jednotku	Přepočet na GJ	Přepočet na MWh	Roční náklady v tis. Kč
Elektrina	MWh	38,921	3,6	140,12		163,42
Teplo	GJ					
Zemní plyn	MWh	416,764	3,6	1500,35		463,00
Jiné plyny	MWh					
Hnědé uhlí	t					
Černé uhlí	t					
Koks	t					
Jiná paliva	t					
TTO	t					
LTO	t		0,042			
PHM	t		1			
Druhé zdroje	GJ		1			
Obnovitelné zdroje	GJ/MWh					
Jiná paliva	GJ		1			
Celkem vstupy paliv a energie				1640,47		626,42
Změna stavu zásob paliv						
Celkem spotřeba paliv a energie				1640,47		626,42

Spotřeba zemního plynu – cvičná kuchyně

Hodnocené období	2013	2014	2015	průměr za sledované období
Roční spotřeba zemního plynu [m3]	197	142	75	138
Roční spotřeba zemního plynu [GJ/rok]	7,48	5,39	2,85	5,24
Roční náklady v tis. Kč	3,13	2,37	1,56	2,35

Údaje o vlastních zdrojích energie

Roční bilance výroby z vlastního zdroje energie

ř.	Název ukazatele	Jednotka	Hodnota
1	Instalovaný elektrický výkon celkem	(MW)	0
2	Instalovaný tepelný výkon celkem	(MW)	0,636
3	Výroba elektřiny	(MWh)	0
4	Prodej elektřiny	(MWh)	0
5	Vlastní technologická spotřeba elektřiny na výrobu elektřiny	(MWh)	0
6	Spotřeba energie v palivu na výrobu elektřiny	(GJ/r)	0
7	Výroba tepla	(GJ/r)	1591,35
8	Dodávka tepla	(GJ/r)	0
9	Prodej tepla	(GJ/r)	0
10	Vlastní technologická spotřeba tepla na výrobu tepla	(GJ/r)	0
11	Spotřeba energie v palivu na výrobu tepla	(GJ/r)	1768,17
12	Spotřeba energie v palivu celkem	(GJ/r)	1768,17

Spotřeba energie v palivu na výrobu tepla je do tabulky dosazena jako hodnota určená z rozdílu skutečné celkové roční průměrné spotřeby zemního plynu a roční průměrné spotřeby zemního plynu na přípravu TV. Výroba dodávkového tepla je určena na základě uvažované účinnosti kotlů = 90%. Vyrobené teplo není měřeno.

Základní technické ukazatele vlastního zdroje energie

ř.	Název ukazatele	Jednotka	Hodnota
1	Roční celková účinnost zdroje [z tabulky b) - (ř.3 x 3,6 + ř.7) : ř.12]	(%)	90
2	Roční účinnost výroby elektrické energie [z tabulky b) - ř.3 x 3,6 : ř.6]	(%)	-
3	Roční účinnost výroby tepla [z tabulky b) - ř.7 : ř.11]	(%)	90
4	Spotřeba energie v palivu na výrobu elektřiny [z tabulky b) - ř.6 : ř.3]	(GJ/MWh)	-
5	Spotřeba energie v palivu na výrobu tepla [z tabulky b) - ř.11 : ř.7]	(GJ/GJ)	1,111
6	Roční využití instalovaného elektrického výkonu [z tabulky b) - ř.3 : ř.1]	(hod)	-

7	Roční využití instalovaného tepelného výkonu [z tabulky b) - (ř.7 : 3,6) : ř.2]	(hod)	442,04
---	--	-------	--------

3.2 Popis systémů TZB - stávající stav

Klimatická data:

- Vnitřní výpočtová teplota 20°C relativní vlhkost 55%
- Venkovní výpočtová teplota -15°C relativní vlhkost 84%

Systém vytápění:

Vytápění objektů je zajištěno třemi litinovými teplovodními kotli E-II-N, které jsou vybaveny nízkotlakými hořáky DZ 300 2A, výkon každého kotle je nastaven na 212 kW. Celkový instalovaný výkon kotleny je tedy 636 kW. Kotle jsou vybaveny havarijním a provozním termostatem. Každý hořák má své automatické řízení se spínacími programovatelnými hodinami. Přívod a odvod spalovacího vzduchu je zajištěn neuzavíratelnými otvory skrz stěnu kotleny. Každý kotel má svůj samostatný odvod spalin do komínového průduchu.

Systém vytápění v objektu je dvoutrubkový otevřený s nuceným oběhem topné vody s teplotním spádem 90/70°C. Na potrubí topné vody od kotlů je osazen trojcestný směšovací ventil KOMEX – regulace topné vody je zajištěna ekvitermně. V kotelně je osazen rozdělovač a sběrač, za nímž jsou na zpětném potrubí osazena dvě oběhová čerpadla, z nichž jedno je rezervní. Z rozdělovače vystupuje 7 větví topné vody, z nichž dvě jsou vedeny do akumulárních ohříváčů TV. Další větve jsou určeny pro hygienická zázemí a chodby, pro učebny, šatny (budova B) a pro technické zázemí sportovní haly (C) a halu (D). Potrubí topné vody je vedeno v kanále, případně je zavěšeno pod stropem. Stoupačky a přípojky k jednotlivým tělesům jsou vedeny volně po povrchu konstrukcí. Veškeré rozvody topné vody jsou z ocelového potrubí.

Otopná tělesa jsou ocelová článková, osazená převážně pod okny. Jsou opatřeny uzavíracími ventily

Příprava teplé vody:

K ohřevu teplé vody slouží dva stojaté nepřímo ohřívání zásobníky OKC 500/NTRR/SOL, každý o objemu 436 l napojené na větev topné vody z rozdělovače. Zásobníky jsou z výroby opatřeny obalem z tepelné izolace.

Rozvody TV jsou doplněny cirkulačním potrubím. Na cirkulačním potrubí u zásobníků TV jsou osazena dvě čerpadla, z nichž vždy jedno slouží jako rezervní.

Rozvody studené vody, TV a cirkulace jsou v budově provedeny převážně ocelovým pozinkovaným potrubím, malá část je z plastového potrubí. Rozvody vody jsou vedeny pod stropem suterénu a v kanálech vedle potrubí topné vody a dále stěnami k jednotlivým výto-

kům. Vodovodní potrubí pod stropem suterénu jsou izolována izolací z minerální vlny s opláštěním hliníkovou folií. V budově je dále instalován rozvod požární vody provedený ocelovým pozinkovaným potrubím

Spotřeba TV není v budově měřena. Odhad spotřeby tepla pro ohřev TV pro budovu A, B a C (mimo byt) v zásobníkových ohřivačích je proveden na základě spotřeby zemního plynu v letních měsících mimo topnou sezonu. Při odhadu je brán zřetel na odlišnou spotřebu TV v období letních prázdnin.

Účinnost systému ohřevu a rozvodů TV byla stanovena odhadem na 92%, spotřeba energie na ohřev TV byla dále stanovena výpočtem ze spotřeb plynu za sledované období let 2013 - 2015:

Průměrná spotřeba plynu za měsíc (TV):	95,6 m ³
Roční spotřeba plynu pro ohřev TV:	1147,2 m ³
Roční spotřeba tepla TV:	43,57 GJ

VZT:

Popis současného stavu

V objektu se nachází odsávání vzduchu v kuchyni o výkonu 1,5 kW

Chlazení:

Systém chlazení se v objektu nevyskytuje

Osvětlení:

Popis současného stavu:

Typ osvětlovacích těles:

Zářivková tělesa (258 ks) – běžná vícetubicová tělesa: 2x80W, 4x40W, 3x40W

Žárovková svítidla (64) 60W, 100W, 150W

Výbojková svítidla 400W (34 ks)

Celkový instalovaný výkon soustavy = 59 970 W

Učebny, kanceláře, chodby

4 ks motorů, svářeček apod. o celkovém výkonu 2,2 kW

307 ks žárovkových / zářivkových svítidel o celkovém příkonu 44,1 kW

Šatny

103 ks žárovkových / zářivkových svítidel o celkové příkonu 11,02 kW

Tělocvična

36 ks žárovkových / zářivkových svítidel o celkové příkonu 13,92 kW

Kuchyně

1 ks motorů, svářeček apod. o celkovém výkonu	1,5 kW
13 ks tepelných spotřebičů o celkovém příkonu	33,05 kW
6 ks žárovkových / zářivkových svítidel o celkové příkonu	0,85 kW

Kotelna

9 ks motorů, svářeček apod. o celkovém výkonu	3,45 kW
4 ks žárovkových / zářivkových svítidel o celkové příkonu	0,48 kW

Celkem: **89,97 kW**

Tepelná energie vyrobená spalováním zemního plynu je spotřebovávána na vytápění budov, ohřev TV a na vaření v budově.

3.3. Popis budovy – tepelně technické vlastnosti

Objekt je pro účely výpočtu energetické náročnosti brán jako vícezónový.

Stavební konstrukce

Tabulkový přehled konstrukcí, které se vyskytují v budově (budovách) a porovnání jejich součinitelů prostupu tepla s požadavky ČSN 730540-2

Součinitelé prostupu tepla konstrukcí ve stávajícím stavu			
Popis konstrukce	U W/(m ² K)	U _{N,20} W/(m ² K)	splňuje ČSN 730540-2
STN1 – obvodová stěna vnější	1,213	0,30	ne
STN2 – obvodová stěna vnější (sokl)	1,213	0,30	ne
STN3z – obvodová stěna vnější (přilehlá k zemině)	1,301	0,45	ne
STN4 – obvodová stěna vnější	1,452	0,30	ne
STN5 – obvodová stěna vnější (sokl)	1,452	0,30	ne
STN6 – obvodová stěna vnější	0,980	0,30	ne
STN7 – obvodová stěna vnější	0,511	0,30	ne
STN8 – obvodová stěna vnější	0,441	0,30	ne
PDL1z – podlaha na terénu	0,830	0,45	ne
PDL2z – podlaha na terénu	0,533	0,45	ne
STRn – strop pod nevytápěným prostorem	0,798	0,30	ne
SCH1 – střešní konstrukce	1,731	0,24	ne
SCH2 – střešní konstrukce	0,803	0,24	ne
OK-dřevo – okna dřevěná	2,40	1,50	ne
OK-ocel – okna ocelová	3,30	1,50	ne
OK-plast – okna plastová	1,50	1,50	ano
OK-sklobeton – okno ze sklobeton. tvárníc	4,20	1,50	ne
DV-dřevo – dveře dřevěné	4,00	1,70	ne
DV-ocel – dveře ocelové	5,65	1,70	ne
Vrata-ocel – vrata ocelová s výplní z TI	1,07	1,70	ano

3.4 Vyhodnocení výchozího stavu

Celková energetická bilance budov je uvedena v následující tabulce. Tato bilance odráží stávající stav objektů a je výchozí pro návrh úsporných opatření v předmětu EP.

Celková energetická bilance, jejíž tabulkové zpracování je uvedeno v bodu 1. přílohy č. 4 k vyhlášce 480/2012 Sb. Tato bilance je zpracována na základě spotřeby za poslední 3 roky (2013 – 2015) pro dlouhodobý průměr vnějších teplotních podmínek, přičemž jsou uvedena veškerá vstupní data použitá pro přepočet spotřeby na dlouhodobý průměr vnějších teplotních podmínek. Přepočet je proveden denostupňovou metodou.

Přepočet spotřeby energie na vytápění na dlouhodobý klimatický průměr

Hodnocené období	2013	2014	2015	DDP 30
Roční spotřeba energie pro vytápění [GJ/rok]	1151,79	921,31	917,39	1218,34
Počet denostupňů °D pro průměrnou vnitřní teplotu	3 267	2 834	2 784	3629
Přepočet spotřeby energie na vytápění pomocí DDP 30	1279,42	1179,76	1195,84	1218,34

Výchozí roční energetická bilance

ř.	Ukazatel	Energie		Náklady
		(GJ)	(MWh)	(tis. Kč)
1	Vstupy paliv a energie	1961,94	545,0	688,61
2	Změna zásob paliv	0,00	0,0	0,00
3	Spotřeba paliv a energie (ř.1 + ř.2)	1961,94	545,0	688,61
4	Prodej energie cizím	0,00	0,0	0,00
5	Konečná spotřeba paliv a energie (ř.3-ř.4)	1961,94	545,0	688,61
6	Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech energie (z ř.5)	549,83	152,7	160,74
7	Spotřeba energie na vytápění (z ř.5)	1218,34	338,4	356,18
8	Spotřeba energie na chlazení (z ř.5)	0,00	0,0	0,00
9	Spotřeba energie na přípravu teplé vody (z ř.5)	48,41	13,4	14,15
10	Spotřeba energie na větrání (z ř.5)	0,00	0,0	0,00
11	Spotřeba energie na úpravu vlhkosti (z ř.5)	0,00	0,0	0,00
12	Spotřeba energie na osvětlení (z ř.5)	67,31	18,7	74,94
13	Spotřeba energie na technologické a ostatní procesy (z ř.5)	78,05	21,7	82,59
14	Spotřeba PHM (z ř.5)	0,00	0,0	0,00

4. Navrhovaná opatření

U všech objektů dojde k zateplení celkové obálky budov kromě stávajících podlah za terénu.

Ve všech budovách dojde k těmto společným opatřením:

- Výměna veškerých vnějších výplní – tj. dřevěná okna (OK-dřevo) a dveře dřevěné (DV-dřevo), okna s ocelovým rámem a dveře s ocelovým rámem (OK-ocel, DV-ocel) a okna ze sklobetonových tvárnic (OK-sklobeton). Navržena jsou okna s rámem s přerušným tepelným mostem (např. plastová okna - pětikomorový rám z PVC $U_f = 1,27 \text{ W/m}^2\text{K}$ a zasklení dvojsklem $U_g = 1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$). Součinitel prostupu celého okna budeme i s vlivem lineárních tepelných mostů na styku s obvodovou stěnou uvažovat **$U_w = 1,20 \text{ W/m}^2\text{K}$** . Původní dveřní konstrukce budou demontovány a nahrazeny novými plastovými vstupními dveřmi prosklenými bezpečnostními skly se součinitelem prostupu tepla celé konstrukce **$U_d = 1,20 \text{ W/m}^2\text{K}$** .

Orientační náklady na provedení opatření se pohybují cca 4 000 Kč/m² bez DPH. Cena obsahuje dodávku, montáž, demontáž, odvoz.

Celková plocha vyměřovaných konstrukcí je 584,76 m².

- Výměna stávajícího obvodového pláště haly pro budovu D - tělocvična. Řešení spočívá v provedení demontáže stávajícího pláště a následně provedení nového opláštění pomocí sendvičového panelu s tepelnou izolací z PIR pěny **v tloušťce 120 mm (STN8)**.

Realizaci zateplení budou splněny minimálně doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla pro obvodové stěny dle ČSN 730540 ($U_n = 0,25 \text{ W/m}^2\text{K}$). Orientační náklady na provedení opatření se pohybují cca 1 750 Kč/m², plocha obvodového pláště je 986,6 m².

- Dodatečné zateplení obvodového zdiva pro budovy A, B, C a D (u tělocvičny soklové zdivo). Řešení spočívá v provedení kontaktního zateplovacího systému pláště pomocí desek z fasádního polystyrenu EPS 70F. Bude použit materiál s $\lambda = 0,039 \text{ W/mK}$ **v tloušťce 150 mm (STN1, STN4, STN6, STN7)**, stěny soklového zdiva (přibližně v rozmezí 0,5 – 1,0 m nad terénem) - (STN2 a STN5) bude použit materiál s $\lambda = 0,035 \text{ W/mK}$ **v tloušťce 130 mm**.

Realizaci zateplení budou splněny minimálně doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla pro obvodové stěny dle ČSN 730540 ($U_n = 0,25 \text{ W/m}^2\text{K}$). Orientační náklady na provedení opatření se pohybují cca 1 400 Kč/m², plocha dotčených obvodových stěn je 1 784,8 m².

- Dodatečné zateplení střešních konstrukcí budov A, B a C. Opatření spočívá v zateplení střešních konstrukcí pomocí stabilizovaného polystyrenu EPS 100S ($\lambda = 0,037 \text{ W/mK}$) **v tloušťce 250 mm (SCH1-budovy A a C)** a dále **v tloušťce 220 mm (SCH2-budova B)** a to buď mechanickým, případně chemickým kotvením k očištěnému stávajícímu podkladu a následným položením hydroizolační vrstvy (krytiny – např. z mPVC, případně z SBS asf. modifikovaných pásů)

Realizaci zateplení budou splněny minimálně doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla pro střešní konstrukce dle ČSN 730540 ($U_n = 0,16 \text{ W/m}^2\text{K}$). Orientační náklady na provedení opatření se pohybují cca 2 000 Kč/m², plocha střešních konstrukcí je 1482,2 m².

- Dodatečné zateplení stropní konstrukce haly – budova D – tělocvična. Opatření spočívá v dodatečném zateplení stropní konstrukce izolačním materiálem s $\lambda = 0,037 \text{ W/mK}$ v tloušťce 200 mm (STRn). Jako izolant bude použita buď minerální vlna, anebo foukaná izolace – přesný typ bude určen až po odkrytí tohoto souvrství a dle daných statických podmínek.
Realizací zateplení budou splněny minimálně doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla pro stropní konstrukce k půdě dle ČSN 730540 ($U_n = 0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$). Orientační náklady na provedení opatření se pohybují cca 1 100 Kč/m², plocha střešních konstrukcí je 1043,7 m².
- Dalším opatřením vedoucím ke snížení energetické náročnosti budovy a zajištění požadované výměny vzduchu v učebnách bude dodatečná instalace celkem 12 lokálních jednotek nuceného větrání se zpětným získáváním tepla. Náklady na toto opatření jsou odhadnuty na celkem 1 365 000,- Kč bez DPH.
- Dalším opatřením vedoucím ke snížení energetické náročnosti budovy a zajištění požadované výměny vzduchu v prostorách tělocvičny bude dodatečná instalace celkem 2 střešních jednotek nuceného větrání se zpětným získáváním tepla. Náklady na toto opatření jsou odhadnuty na celkem 1 500 000,- Kč bez DPH.

4.1. Zateplení obvodového zdiva, výměna oken a zateplení střechy objektu

Součinitelé prostupu tepla konstrukcí ve stávajícím stavu				
Popis konstrukce	U W/(m ² K)	U _{N,20-požadovaný} W/(m ² K)	U _{N,20-doporučený} W/(m ² K)	splňuje ČSN 730540-2
STN1 – obvodová stěna vnější	0,232	0,30	0,25	ano
STN2 – obvodová stěna vnější (sokl)	0,239	0,30	0,25	ano
STN3z – obvodová stěna vnější (přilehlá k zemině)	1,301	0,45	0,30	ne
STN4 – obvodová stěna vnější	0,239	0,30	0,25	ano
STN5 – obvodová stěna vnější (sokl)	0,246	0,30	0,25	ano
STN6 – obvodová stěna vnější	0,223	0,30	0,25	ano
STN7 – obvodová stěna vnější	0,186	0,30	0,25	ano
STN8 – obvodová stěna vnější	0,232	0,30	0,25	ano
PDL1z – podlaha na terénu	1,484	0,45	0,30	ne
PDL2z – podlaha na terénu	0,854	0,45	0,30	ne
STRn – strop pod nevytápěným prostorem	0,168	0,30	0,20	ano

SCH1 – střešní konstrukce	0,156	0,24	0,16	ano
SCH2 – střešní konstrukce	0,157	0,24	0,16	ano
OK-dřevo – okna dřevěná	1,20	1,50	1,20	ano
OK-ocel – okna ocelová	1,20	1,50	1,20	ano
OK-plast – okna plastová	1,50	1,50	1,20	ano
OK-sklobeton – okno ze sklobeton. tvárnic	1,20	1,50	1,20	ano
DV-dřevo – dveře dřevěné	1,20	1,70	1,20	ano
DV-ocel – dveře ocelové	1,20	1,70	1,20	ano
Vrata-ocel – vrata ocelová s výplní z TI	1,07	1,70	1,20	ano

Měnné prvky obálky budovy jsou v části U [W/m²K] zvýrazněny **tučným** písmem

Investiční náklady na realizaci opatření 16 585 554,- Kč

Úspora energie 292,4 MWh/rok

Úspora provozních nákladů 307 738,- Kč/rok

4.2 Popis systémů TZB – navrhovaný stav

Výměna zdroje tepla

V budovách nedejde k výměně zdroje tepla na vytápění.

Vytápění objektu je zajištěno třemi litinovými teplovodními kotli E-II-N, které jsou vybaveny nízkotlakými hořáky DZ 300 2A, výkon každého kotle je nastaven na 212 kW.

Instalace solárních kolektorů

V objektu nedejde k instalaci solárních kolektorů.

Nově instalovaná VZT:

UČEBNY

V budově A v části učeben (celkem 12) je navrženo nucené rovnotlaké větrání, kde je umístění lokální větrací jednotky uvažováno vždy v prostoru mezi dvěma učebnami a to v kabinetu. Tzn. jednu lokální jednotku pro dvě učebny

Přívod a odvod vzduchu bude zajištěn větrací jednotkou se zpětným získáváním tepla a filtrací. Do učebny budou vedeny prostupy se vzduchovody pro přívod a odvod vzduchu tak, aby bylo zajištěno celkové rovnoměrné provětrání prostoru.

Nasávání venkovního vzduchu a odvod znehodnoceného vzduchu do/z jednotky bude skrz obvodové stěny v prostoru kabinetu.

V prostoru kabinetu bude na vodovodní odpad napojen odvod kondenzátu z jednotky.

Pro účely školních učeben je uvažováno celkem s 12 lokálními větracími jednotkami pro celkem 12 učeben.

Stanovení objemového průtoku ventilátorů - Q (m^3h^{-1}):

a) pomocí intenzity výměny vzduchu (1h^{-1})

$$178,55 \text{ m}^3 \times 1 = 178,55 \text{ m}^3\text{h}^{-1}$$

b) pomocí doporučené dávky čerstvého vzduchu na osobu (m^3h^{-1})

$$15 \text{ žáků} \times 20 \text{ m}^3\text{h}^{-1} + 50 \text{ m}^3\text{h}^{-1} = 350 \text{ m}^3\text{h}^{-1}$$

Pro návrh vzduchového výkonu (objemového průtoku) VZT jednotky tedy uvažujeme hodnotu $350 \text{ m}^3\text{h}^{-1}$

TĚLOCVIČNA

V prostorách tělocvičny je navrženo nucené rovnotlaké větrání. Budou požitý dvě vzt jednotky, které budou umístěny na střeše tělocvičny. Sání čerstvého vzduchu a výdech znehodnoceného vzduchu bude provedeno skrz střešní plášť.

Uvažovaná dávka $80 \text{ m}^3\text{h}^{-1}$ na osobu. Dle kapacity tělocvičny = 235 osob je vzduchový výkon = $18\,800 \text{ m}^3\text{h}^{-1}$ Přepokládaný počet osob v tělocvičně = 35 ($2800 \text{ m}^3\text{h}^{-1}$)

Celkem = $18\,800 + 12 \times 350 = 23\,000 \text{ m}^3\text{h}^{-1}$

Celkem učebny + tělocvična:

Investiční náklady na realizaci opatření	2 865 000,- Kč (bez DPH)
Úspora energie	11,44 MWh/rok
Úspora provozních nákladů	12 041,- Kč/rok

Instalace FVE

V objektu nedojde k instalaci solárních fotovoltaických systémů.

4.3 Celková energetická bilance

Celkovou energetickou bilanci navrženého souboru opatření, jejíž tabulkové zpracování je uvedeno v bodu 2. přílohy č. 4 k vyhlášce 480/2012 Sb. Tato bilance je zpracována pro dlouhodobý průměr vnějších teplotních podmínek.

ř.	Ukazatel	Před realizací projektu			Po realizaci projektu		
		Energie		Náklady	Energie		Náklady
		(GJ)	(MWh)	(tis. Kč)	(GJ)	(MWh)	(tis. Kč)
1	Vstupy paliv a energie	1961,94	544,98	688,61	912,26	253,41	384,18
2	Změna zásob paliv	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	Spotřeba paliv a energie	1961,94	544,98	688,61	912,26	253,41	384,18
4	Prodej energie cizím	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	Konečná spotřeba paliv a energie v objektu	1961,94	544,98	688,61	912,26	253,41	384,18
6	Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech	549,83	152,73	160,74	222,50	61,81	65,05
7	Spotřeba energie na vytápění	1218,34	338,43	356,18	493,03	136,95	144,13
8	Spotřeba energie na chlazení	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9	Spotřeba energie na přípravu teplé vody	48,41	13,45	14,15	48,41	13,45	14,15
10	Spotřeba energie na větrání	0,00	0,00	0,00	2,97	0,83	3,31
11	Spotřeba energie na úpravu vlhkosti	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
12	Spotřeba energie na osvětlení	67,31	18,70	74,94	67,31	18,70	74,94
13	Spotřeba energie na technologické a ostatní procesy	78,05	21,68	82,59	78,05	21,68	82,59
14	Spotřeba PHM (z ř.5)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

5. Ekologické vyhodnocení

Lokální hodnocení

Znečišťující látka	Výchozí stav	Posuzovaný návrh	Rozdíl
	t/rok	t/rok	t/rok
TZL	0,0010	0,0005	0,0005
SO ₂	0,0000	0,0000	0,0000
NO _x	0,0921	0,0488	0,0434
CO	0,0154	0,0081	0,0072
VOC	0,0031	0,0016	0,0015
PM ₁₀	0,0010	0,0005	0,0005
PM _{2,5}	0,0010	0,0005	0,0005
prekurzory sekPM _{2,5}	0,0062	0,0033	0,0029
EPS	0,0072	0,0038	0,0034
CO ₂	95,0922	50,3499	44,7423

Globální hodnocení

Znečišťující látka	Výchozí stav	Posuzovaný návrh	Rozdíl
	t/rok	t/rok	t/rok
TZL	0,0156	0,0154	0,0002
SO ₂	0,0729	0,0743	-0,0014
NO _x	0,1539	0,1118	0,0421
CO	0,0309	0,0240	0,0069
VOC	0,0031	0,0016	0,0015
PM ₁₀	0,0010	0,0005	0,0005
PM _{2,5}	0,0010	0,0005	0,0005
prekurzory sekPM _{2,5}	0,0321	0,0297	0,0024
EPS	0,0476	0,0450	0,0026
CO ₂	145,5505	92,8656	52,6849

Pro účely ekologického hodnocení jsou ve výpočtu emisních látek hodnoty spotřeb pro zemní plyn vyděleny hodnotou 1,11 z důvodu přepočtu spalného tepla na výhřevnost paliva.

5.1 Výpočet emisí CO₂

Množství emisí CO₂ je stanoveno podle emisních faktorů. Emisní faktory uhlíku uvádí množství uhlíku, respektive oxidu uhličitého, připadajícího na jednotku energie ve spalovaném palivu. Emisní faktory uhlíku jsou definovány buď jako všeobecné nebo místně specifické.

Všeobecné emisní faktory

Hnědé uhlí	0,36 t CO ₂ /MWh výhřevnosti paliva
Černé uhlí	0,33 t CO ₂ /MWh výhřevnosti paliva
TTO	0,27 t CO ₂ /MWh výhřevnosti paliva
LTO	0,26 t CO ₂ /MWh výhřevnosti paliva
Zemní plyn	0,20 t CO ₂ /MWh výhřevnosti paliva
Biomasa	0 t CO ₂ /MWh výhřevnosti paliva
Elektřina	1,06 t CO ₂ /MWh elektřiny

Místně specifické emisní faktory oxidu uhličitého

Vzorec pro výpočet emisí CO₂ ze spalování fosilních paliv:

(hmotnost paliva) x (výhřevnost paliva) x (emisní faktor uhlíku) x (1 - nedopal)

kde:

emisní faktor uhlíku (t CO₂/MWh výhřevnosti paliva) je stanovený na základě složení místního paliva, které je používáno pro zabezpečení energetických potřeb konkrétního projektu;

standardně doporučené hodnoty pro **nedopal**, jsou:

- 0,02 (tj. 2 %) pro tuhá paliva,
- 0,01 pro kapalná paliva a 0,005 pro plynná paliva,
- hodnota 0,02 je vhodná pro práškové spalování uhlí, při spalování v roštových topeništích a zejména v domácích kamnech mohou být hodnoty nedopalu vyšší (např. 5 %).

Globální hodnocení CO₂ pro zjištění indikátoru „Snížení emisí skleníkových plynů“

Znečišťující látka	Výchozí stav	Posuzovaný návrh	Rozdíl	
	t/rok	t/rok	t/rok	%
CO ₂	145,5505	92,8656	52,6849	36,20

5.2 Výpočet emisí ostatních znečišťujících látek

Tyto hodnoty se stanovují:

- a) Jako údaj naměřených hodnot (tam, kde je měření znečišťujících látek instalováno), nebo
- b) jako hodnota emisních faktorů dle jiného právního předpisu¹⁾, nebo
- c) jako hodnota stanovená energetickým specialistou, pokud je seznámen s konkrétními hodnotami zařízení, které je předpokládáno pro realizaci navrhovaného řešení.

Pro výpočet emisí primárních PM_{2,5} z emisí TZL se použije přepočtení z TZL dle přílohy č. 2 metodického pokynu odboru ochrany ovzduší Ministerstva životního prostředí pro vypracování rozptylových studií podle § 32 odst. 1 písm. e) zákona č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší a pro výpočet emisí sekundárních PM_{2,5} se použijí emise SO₂, NO_x, NH₃ a VOC násobené potenciálem tvorby sekundárních emisí PM_{2,5}, které jsou 0,298 pro SO₂, 0,067 pro NO_x, 0,164 pro NH₃ a 0,009 pro VOC.

$$\text{prekurzory}_{\text{sek}} \text{PM}_{2,5} = ((0,067 \times \text{NO}_x) + (0,298 \times \text{SO}_2) + (0,164 \times \text{NH}_3) + (0,009 \times \text{VOC}))$$

$$\text{EPS} = ((1 \times \text{PM}_{2,5}) + (0,067 \times \text{NO}_x) + (0,298 \times \text{SO}_2) + (0,164 \times \text{NH}_3) + (0,009 \times \text{VOC}))$$

6. Ekonomické vyhodnocení

Ekonomické vyhodnocení je prováděno bez uvažování dotací či úvěru, tedy s vlastními investičními prostředky, a je vypracováno v souladu s přílohou č. 5 vyhl. č. 480/2012 Sb. Ekonomická analýza se zabývá vyhodnocením energetických a stavebních opatření na úsporu energie v objektu. Cílem ekonomické analýzy je zjistit vhodnost realizace jednotlivých opatření z ekonomického hlediska. Ekonomická analýza byla provedena na základě několika kritérií, z nichž nejdůležitější je čistá současná hodnota v podobě diskontovaného toku hotovosti za dobu životnosti projektu.

¹ Zákon č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší, resp. Vyhláška 415/2012 o přípustné úrovni znečišťování a jejím zjišťování a o provedení některých dalších ustanovení zákona o ochraně ovzduší (Věstník MŽP č. 8/2013 - Sdělení Ministerstva životního prostředí, odboru ochrany ovzduší, jímž se stanovují emisní faktory podle § 12 odst. 1 písm. b) vyhlášky č. 415/2012 Sb., o přípustné úrovni znečišťování a jejím zjišťování a o provedení některých dalších ustanovení zákona o ochraně ovzduší.)

Čistá současná hodnota (NPV):

$$NPV = \sum_{t=1}^{T_z} CF_t \cdot (1 + r)^{-t} - IN \quad (\text{tis. Kč})$$

kde:

T_z doba životnosti (hodnocení) projektu

Vnitřní výnosové procento (IRR).

Hodnota IRR se vypočte z podmínky:

$$\sum_{t=1}^{T_z} CF_t \cdot (1 + IRR)^{-t} - IN = 0 \quad (\%)$$

Reálná doba návratnosti, doba splacení investice při uvažování diskontní sazby T_{sd} se vypočte z podmínky:

$$\sum_{t=1}^{T_{sd}} CF_t \cdot (1 + r)^{-t} - IN = 0 \quad (\text{roky})$$

kde:

CF_t roční přínosy projektu (změna peněžních toků po realizaci projektu)

r diskont

$(1 + r)^{-t}$ odúročitel

IN investiční výdaje projektu

Základním rozhodovacím kritériem pro výběr optimální varianty je maximum čisté současné hodnoty (NPV). Kritéria vnitřní výnosové procento (IRR) a reálná doba návratnosti (T_{sd}) jsou doplňujícími kritérii pro informaci zadavateli.

Výsledky ekonomického vyhodnocení se uvádí v následující tabulce:

Parametr	Jednotka	Výchozí stav	Navrhovaný stav
Investiční výdaje projektu celkem	Kč		16 585 554
Z toho:			
Náklady na přípravu projektu	Kč	0	200 000
Náklady na technologická zařízení a stavbu	Kč	0	16 385 554
Náklady na přípojky	Kč	0	0
Provozní náklady celkem	Kč	688 610	384 180
Změna nákladů na energii	Kč	0	304 430
Změna nákladů na opravu a údržbu ¹	Kč	0	0
Změna osobních nákladů (mzdy, pojistné)	Kč	0	0
Změna ostatních provozních nákladů ²	Kč	0	0
Změna nákladů na emise a odpady	Kč	0	0
Změna tržeb (za teplo, elektřinu, OZE)	Kč	0	0
Přínosy projektu celkem	Kč	0	304 430
Doba hodnocení	roky	0	60
Roční růst cen energie ³	%	0	4
Diskont ⁴	-		1,04
Tsd - reálná doba návratnosti	roky		57
NPV - čistá současná hodnota	tis. Kč		977 715
IRR - vnitřní výnosové procento	%		4

Částky jsou uváděny včetně DPH

Vysvětlivky:

- (1) Náklady obsahují zejména náklady na materiál, opravy zařízení, plánovanou a preventivní údržbu včetně případné **reinvestice**, pokud je životnost některého opatření (zařízení) kratší než doba hodnocení projektu.
- (2) Náklady obsahují zejména náklady na obsluhu, servis a revize zařízení
- (3) Výpočet ekonomické efektivity uvedený v energetickém posudku by v případě projektů energetické efektivity financovaných z programů podpory ze státních, evropských finančních prostředků nebo finančních prostředků pocházejících z prodeje povolenek na emise skleníkových plynů měl být stanoven z hlediska projektu, z tzv. systémového hlediska bez vlivu daní a financování při stálých cenách odpovídající cenám realizace projektu. Peněžní toky projektu se posuzují bez vlivu předpokládané podpory.
- (4) Pro energetické posudky pro posouzení proveditelnosti projektů týkajících se snižování energetické náročnosti budov, zvyšování účinnosti energie, snižování emisí ze spalovacích zdrojů znečištění nebo využití obnovitelných nebo druhotných zdrojů nebo kombinované výroby elektřiny a tepla financovaných z programů podpory ze státních, evropských finančních prostředků nebo prostředků nebo finančních prostředků pocházejících z prodeje povolenek na emise skleníkových plynů se stanovuje hodnota diskontního činitele ve výši 1,04.

7. Management hospodaření s energiemi

Energetický management je soubor opatření a činností, jejichž cílem je efektivní řízení snižování spotřeby energie. Jedná se o uzavřený cyklický proces neustálého zlepšování energetického hospodářství.

Cílem zavedení energetického managementu je řízení spotřeby energie za účelem dlouhodobého snižování dopadů na životní prostředí, jehož významným vedlejším efektem je snižování provozních nákladů.

Samotné provedení investičních opatření pro snížení energetické náročnosti (zateplení, výměna oken, výměna zdroje tepla) ještě nezaručuje dlouhodobě udržitelné a nejvyšší možné (resp. požadované nebo optimální) snížení spotřeby energie.

Teprve ve spojení s opatřeními, jako je regulace otopné soustavy, přizpůsobení technologických zařízení provozu novému stavu budov a zavedení energetického managementu je možné tento optimální stav zajistit.

Energetický management je z hlediska splnění požadavku v OPŽP 2014 – 2020 považován za účinně zavedený v případě, jsou-li současně splněny obě podmínky níže, a to po celou dobu udržitelnosti projektu.

Podmínka 1 Prokazatelně **existuje a je pravidelně využíván systém** umožňující evidenci, kontrolu a řízení spotřeby energie.

Podmínka 2 Prokazatelně existuje osoba odpovědná za udržování a rozvíjení systému energetického managementu.

Obecně platná a závazná pravidla pro zavedení a prokázání energetického managementu pro jakoukoli z uvedených úrovní – celá organizace; soubor budov; jedna budova.

1. Energetický management prováděn minimálně po dobu udržitelnosti projektu.
2. Smluvní vztah s odpovědným pracovníkem (energetickým manažerem, energetikem) v rámci struktury organizace, či s externím energetickým manažerem trvá alespoň po dobu udržitelnosti dotovaného projektu.
3. Obě základní lze v případě externího zajištění EM splnit na základě jediného smluvního vztahu, z něhož jednoznačně vyplývá jak existence systému EM, tak jméno osoby (osob) zajišťující (ch) správu systému EM pro danou organizaci.
4. Data o spotřebě energie jsou monitorována, tj. sledována, zaznamenána a archivována pro následující vyhodnocování a reportování v minimálně měsíčním intervalu. Informace o odečtech spotřeby nese základní informaci pro případnou verifikaci dat – jakým způsobem a v jakém čase byla získána. V případě manuálních odečtů jméno odpovědné osoby, v případě dálkových odečtů identifikace poskytovatele dat (distributor, vlastní zařízení, apod.).
5. Poskytovatel dotace si může kdykoli po dobu udržitelnosti projektu vyžádat roční reporty z vedení energetického managementu nad rámec ZVA.
6. Prokázání zavedení a existence energetického managementu je součástí Závěrečného vyhodnocení akce (ZVA), respektive je součástí vyjádření energetického specialisty ke splnění úspory energie a úspory emisí CO₂.

DOPORUČENÍ

1. Doporučeno je sledovat data o spotřebě všech druhů energie a vody tak, aby bylo možné provádět plnohodnotný management, tj. v minimálně měsíčním intervalu a údaje o spotřebě tepla v topné sezóně v týdenním intervalu. Podrobnější údaje mohou být výhodou, nicméně v konkrétním případě je vždy vhodné uvážit ekonomickou náročnost jejich získávání (denních, hodinových či ještě podrobnějších údajů).
2. Data o spotřebě energie je doporučeno sledovat, vyhodnocovat a reportovat 1 rok nebo alespoň jednu topnou sezónu před kolaudací podpořených stavebních úprav objektu.
3. Systém energetického managementu může být (s ohledem na splnění požadavků uvedených v kapitole 3) založen na:
 - a. tabulkových nástrojích (MS EXCEL, MS ACCESS apod.);
 - b. komerčních SW nástrojích (vč. freeware a shareware) určených přímo k výkonu energetického managementu nebo součástí řešení pro facility management apod.;
 - c. vlastních SW nástrojích aplikovaných v rámci organizace a umožňujících plnit požadované funkce EM.
4. Doporučeno je postupovat v souladu s ČSN EN ISO 50001, obzvláště v případech, kdy organizace již má udržovanou certifikaci systému ISO 9001 nebo ISO 14001.
5. Doporučeno je provádět energetický management pro všechna média (všechny druhy energie a vodu) v rámci budovy, resp. budov zapojených do systému EM, a to i v případě realizace dílčích opatření.

6. Provádění EM může být také výhodnější při zapojení více budov, než jen těch, které jsou předmětem podpory v rámci OPŽP. Nejedná se pouze o úsporu z rozsahu při zavedení a provozování EM, ale správně prováděný EM také obvykle uspoří provozní náklady, a to v závislosti na stavu energetického hospodářství a technického stavu budov v řádu jednotek až desítek procent roční spotřeby energie a vody.

8. Posouzení vhodnosti aplikace EPC

Zařazení objektu mezi objekty vhodné pro aplikaci projektu EPC je možné v případě, že realizací projektu EPC jsou současně splněny následující podmínky:

- Roční úspora celkové energie dosažená realizací projektu EPC je rovna nebo větší než 15% z potenciálu úspor po provedení všech energeticky úsporných opatření na obálce budovy (Příklad: pokud dojde realizací všech energeticky úsporných opatření na obálce budovy k úspoře 50 %, metodou EPC musí dojít k dalším úsporám ve výši 15 % ze zbývajících 50 % potenciálu, tedy projektem bude celkově uspořeno min. 57,5 %)
- Prostá doba návratnosti souboru opatření zahrnutých do projektu EPC je rovna nebo nižší než 8,0 let.
- Roční úspora dosažená aplikací souboru opatření zahrnutých do projektu EPC je minimálně 500 tis. Kč s DPH/rok, nebo pokud roční náklady na energie objektu před realizací projektu jsou vyšší než 2 mil. Kč s DPH/rok. Tato podmínka nemusí být splněna za předpokladu, že je objekt součástí projektu EPC, který řeší soubor více objektů, přičemž výše uvedená podmínka je splněna pro celý soubor těchto objektů. Pokud objekt samostatně nesplní tuto podmínku a ostatní podmínky splní, uvede energetický specialista jako nezbytnou podmínku pro aplikaci projektu EPC zařazení objektu do souboru objektů, které v součtu tuto podmínku splňuje.

Posouzení vhodnosti aplikace EPC bude obsahovat následující souhrnnou tabulku energetickým posudkem navrhovaného souboru opatření.

Opatření navržené energetickým posudkem		Investice	Úspora ¹⁾			Je součástí projektu EPC
			Energie	Nákladů	Původní spotřeby	
č.	Název opatření	Kč s DPH	MWh/rok	Kč s DPH/rok	%	ANO/NE
1.	Zateplení obvodových stěn	5 112 577	106,74	112 335	21,73	NE
2.	Výměna a renovace otvorových výplní	2 830 238	114,74	120 760	23,36	NE
3.	Zateplení stropu + střecha	4 976 089	59,48	62 602	12,11	NE
4.	Výměna zdroje tepla	x	x	x	x	NE
5.	Instalace fotovoltaického systému	x	x	x	x	NE
6.	Instalace solárně-termických kolektorů	x	x	x	x	NE
7.	Nucené větrání s rekuperací odpadního tepla	3 466 650	11,44	12 041	2,33	NE
8.	Systém využívající odpadní teplo	x	x	x	x	NE
9.	Energetický management	x	x	x	x	NE
10.						
11.						
12.						
13.						
CELKEM ZA SOUBOR OPATŘENÍ		16 385 554	292,40	307 738	59,53	
z toho:						
Soubor opatření na obálce budovy		12 918 904				
Soubor opatření zahrnutých do projektu EPC		x	x	x	x	
Soubor ostatních opatření		3 466 650	11,44			
(1) spotřeba energie před realizací navržených opatření					544,98	MWh/rok
(2) spotřeba energie po realizaci opatření na obálce budovy					253,41	MWh/rok
(3) spotřeba energie po realizaci opatření na obálce budovy a EPC projektu					253,41	MWh/rok
(4) spotřeba energie po realizaci všech navržených opatření					253,41	MWh/rok
(5) úspora projektu EPC po realizaci opatření na obálce budovy $((2)-(3))/(2)*100$					x	% (min.15%)

(6)	prostá doba návratnosti souboru opatření zahrnutých do projektu EPC	x	let (max. 8,0)
(7)	roční úspora nákladů souboru opatření zahrnutých do projektu EPC	x	tis. Kč s DPH
(8)	roční náklady na energie objektu před realizací projektu	688,61	tis. Kč s DPH
1) úspora připadající na dané opatření při realizaci celého navrženého souboru opatření			
ZÁVĚR VHODNOSTI APLIKACE EPC:			
1.	úspora souboru opatření zahrnutých do projektu EPC je minimálně 15% ze spotřeby dosažené po realizaci opatření na obálce budovy (tj. (5)>15,0%)	NE	
2.	prostá doba návratnosti souboru opatření zahrnutých do projektu EPC je rovna nebo nižší než 8,0 let (tj. (6)<8,0)	NE	
3.	roční úspora souboru opatření zahrnutých do projektu EPC je minimálně 500 tis. Kč s DPH/rok (tj. (7)>500), nebo roční náklady na energie objektu před realizací projektu jsou vyšší než 2 mil. Kč s DPH/rok (tj. (8)> 2 000)	NE	
4.	V souboru opatření navržených energetickým posudkem lze nalézt takový soubor opatření, který lze realizovat metodou EPC (ANO, pokud jsou splněny podmínky 1, 2 a 3)	NE	
5.	V souboru opatření navržených energetickým posudkem lze nalézt takový soubor opatření, který lze realizovat metodou EPC, pouze však pokud bude objekt zařazen do souboru objektů, které v součtu splní podmínku č.3 (ANO, pokud objekt samostatně splní podmínky 1, 2 a nesplní podmínku 3)	NE	

9. Závěr

Zhodnocení výsledků energetického posudku.

Všechna kritéria, oblasti podpory 5.1, jsou splněna. Lze tak žádat o dotaci v příslušné výši na realizaci opatření viz Příloha č. 1.

Evidenční list energetického posudku

Evidenční list energetického posudku

podle § 9a odst. 1 písm. e) zákona č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií, ve znění pozdějších předpisů

Evidenční číslo

30016/RM

1. Část - Identifikační údaje

1. Jméno (jména) příjmení/název nebo obchodní firma vlastníka předmětu EP

Střední odborné učiliště, Lázně Bělohrad, Zámecká 478

2. Adresa trvalého bydliště/sídlo, popřípadě adresa pro doručování

a) ulice

Zámecká

b) č.p./č.o.

478 /

c) část obce

d) obec

Lázně Bělohrad

e) PSČ

507 81

f) email

soulb@soulb.cz

g) telefon

+420725 841 526

3. Identifikační číslo osoby, pokud bylo přiděleno

00087726

4. Údaje o statutárním orgánu

a) jméno

Mgr. Pavel Petr

b) kontakt

+420 725 841 526

5. Předmět energetického posudku

a) název

objekt školy SOU, šaten, zázemí a tělocvičny, Zámecká 478

b) adresa nebo umístění

Zámecká 478, 507 81 Lázně Bělohrad

c) popis předmětu EP

Předmětem energetického posudku je objekt školy SOU, šaten, zázemí a tělocvičny v ulici Zámecká 478 v Lázních Bělohrad. Objekt se nachází v blízkosti centra města. Objekt se skládá celkem ze 4 vzájemně propojených budov uspořádaných do tvaru písmene L. Objekt školní budovy je třípodlažní, na něho navazuje jednopodlažní objekt šaten, který je zároveň hlavním vstupem, vedoucí k třípodlažní budově technického zázemí, které je propojeno s jednopodlažní tělocvičnou. Hlavní školní budova je vybavena učebnami, kabinety, v 1PP cvičnou kuchyní, kotelnou a dílnou.

2. Část - Popis stávajícího stavu předmětu EP

1. Charakteristika hlavních činností

Provozní podmínky objektu odpovídají způsobu jeho využití – střední odborné učiliště. Provozní doba je během všedních dnů v době od cca 7:30 do 14:00 s omezením provozu během víkendů, prázdnin, státních svátků. Provoz tělocvičny je prodloužen i mimo hlavní vyučovací dobu. Vytápění koresponduje s provozní dobou objektu, po zbývajícím čase je otopná soustava v útlumovém režimu. Počet žáků v období vypracování EP (školní rok 2015/2016) je 217 celkem ve 14 učebnách.

2. Vlastní zdroje energie

a) zdroje tepla

počet ks

instalovaný výkon MW

roční výroba MWh

roční spotřeba paliva GJ/r

b) zdroje elektřiny

počet ks

instalovaný výkon MW

roční výroba MWh

roční spotřeba paliva GJ/r

c) kombinovaná výroba elektřiny a tepla

počet ks

instal. výkon elektrický MW

instal. výkon tepelný MW

roční výroba elektřiny MWh

roční výroba tepla MWh

roční spotřeba paliva GJ/r

d) druhy primárního zdroje energie

druh OZE

druh DEZ

fosilní zdroje

3. Spotřeba energie

<u>Druh spotřeby</u>	Příkon	Spotřeba energie	Energonositel
Vytápění	<input type="text" value="0,699"/> MW	<input type="text" value="491,16"/> MWh/r	<input type="text" value="zemní plyn"/>
Chlazení	<input type="text" value="x"/> MW	<input type="text" value="x"/> MWh/r	<input type="text" value="x"/>
Větrání	<input type="text" value="x"/> MW	<input type="text" value="x"/> MWh/r	<input type="text" value="x"/>
Úprava vlhkosti	<input type="text" value="x"/> MW	<input type="text" value="x"/> MWh/r	<input type="text" value="x"/>

Příprava TV	0,12	MW	13,45	MWh/r	zemní plyn
Osvětlení	0,087	MW	18,7	MWh/r	elektrina
Technologie	0,002	MW	21,68	MWh/r	elektrina + ZP
Celkem	0,908	MW	544,98	MWh/r	

3. Část - Doporučená varianta navrhovaných opatření

1. Popis doporučených opatření

- výměna původních vnějších výplní (okna, dveře, prosklené stěny) - Součinitel prostupu celého okna $U_w = 1,20 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$, součinitel prostupu tepla dveří $U_d = 1,20 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$
- dodatečné zateplení obvodových stěn pomocí desek z fasádního polystyrenu EPS 70F. Bude použit materiál s $\lambda = 0,039 \text{ W/mK}$ v tloušťce 150 mm (STN1, STN4, STN6, STN7), stěny soklového zdiva (přibližně v rozmezí 0,5 – 1,0 m nad terénem) - (STN2 a STN5) bude použit materiál s $\lambda = 0,035 \text{ W/mK}$ v tloušťce 130 mm.
- Výměna stávajícího obvodového pláště haly pro budovu D - tělocvična. Řešení spočívá v provedení demontáže stávajícího pláště a následně provedení nového opláštění pomocí sendvičového panelu s tepelnou izolací z PIR pěny v tloušťce 120 mm (STN8).
- dodatečné zateplení střešních konstrukcí pomocí stabilizovaného polystyrenu EPS 100S ($\lambda = 0,037 \text{ W/mK}$) v tloušťce 250 mm (SCH1-budovy A a C) a dále v tloušťce 220 mm (SCH2-budova B)
- dodatečné zateplení stropní konstrukce tělocvičny. Opatření spočívá v dodatečném zateplení stropní konstrukce izolantem s $\lambda = 0,037 \text{ W/mK}$ v tloušťce 200 mm (STRn)
- dalším opatřením vedoucím ke snížení energetické náročnosti budovy a zajištění požadované výměny vzduchu v učebnách bude dodatečná instalace celkem 12 lokálních jednotek nuceného větrání se zpětným získáváním tepla. Náklady na toto opatření jsou odhadnuty na celkem 1 365 000,- Kč bez DPH.
- dalším opatřením vedoucím ke snížení energetické náročnosti budovy a zajištění požadované výměny vzduchu v prostorách tělocvičny bude dodatečná instalace celkem 2 střešních jednotek nuceného větrání se zpětným získáváním tepla. Náklady na toto opatření jsou odhadnuty na celkem 1 500 000,- Kč bez DPH.

2. Úspory energie a nákladů

Spotřeba a náklady na energii – celkem

	Stávající stav		Navrhovaný stav		Úspory	
Energie	544,98	MWh/r	253,41	MWh/r	291,58	MWh/r
Náklady	688,61	tis. Kč/r	384,18	tis. Kč/r	304,43	tis. Kč/r

Spotřeba energie

	Stávající stav		Navrhovaný stav		Úspory	
Vytápění	491,16	MWh/r	198,76	MWh/r	292,4	MWh/r
Chlazení	x	MWh/r	x	MWh/r	x	MWh/r
Větrání	0	MWh/r	0,83	MWh/r	-0,83	MWh/r
Úprava vlhkosti	x	MWh/r	x	MWh/r	x	MWh/r
Příprava TV	13,45	MWh/r	13,45	MWh/r	0	MWh/r

Osvětlení	18,7	MWh/r	18,7	MWh/r	0	MWh/r
Technologie	21,68	MWh/r	21,68	MWh/r	0	MWh/r

3. Dosažená úspora energie podle jednotlivých energonositelů

	Stávající stav		Navrhovaný stav		Úspory	
Elektřina	35,14	MWh	35,96	MWh	-0,83	MWh
SZTE	x	MWh	x	MWh	x	MWh
ZP	509,85	MWh	217,44	MWh	292,4	MWh
LTO/TTO	x	MWh	x	MWh	x	MWh
Uhlí	x	MWh	x	MWh	x	MWh
OZE	x	MWh	x	MWh	x	MWh
Ostatní	x	MWh	x	MWh	x	MWh

4. Investiční náklady na realizaci úsporných opatření (%)

Náklady při výrobě energie

OZE	x
KVET	x
Ostatní	x

Náklady při distribuci energie

Rozvody tepla	x
Ostatní	x

Náklady při spotřebě energie (%)

Budovy – úprava obálky	78,4	Technologie	8,6
Budovy – technické systémy	0,3	Ostatní	7,4


5. Ekonomické hodnocení

doba hodnocení	60	Roků	diskontní míra	4	%
reálná doba návratnosti	57	Roků	investiční náklady	16 385,554	tis. Kč
IRR	4	%	cash flow	304,43	tis. Kč/r
rok realizace	2017		NPV	977,715	tis. Kč

6. Ekologické hodnocení

Znečišťující látka	<u>Stávající stav</u>		<u>Navrhovaný stav</u>		<u>Efekt</u>	
	lokálně	globálně	lokálně	globálně	lokálně	globálně
Tuhé látky	0,0010 t/r	0,0156 t/r	0,0005 t/r	0,0154 t/r	0,0005 t/r	0,0002 t/r
SO ₂	0,0000 t/r	0,0729 t/r	0,0000 t/r	0,0743 t/r	0,0000 t/r	-0,0014 t/r
NO _x	0,0921 t/r	0,1539 t/r	0,0488 t/r	0,1118 t/r	0,0434 t/r	0,0421 t/r
CO	0,0154 t/r	0,0309 t/r	0,0081 t/r	0,024 t/r	0,0072 t/r	0,0069 t/r
EPS	0,0072 t/r	0,0476 t/r	0,0038 t/r	0,0450 t/r	0,0034 t/r	0,0026 t/r
CO ₂	95,0922 t/r	145,5505 t/r	50,3499 t/r	92,8656 t/r	44,7423 t/r	52,6849 t/r

4. Část - Údaje o energetickém specialistovi

1. Jméno (jména) a příjmení David Knill	Titul Ing.
2. Číslo oprávnění v seznamu energ. specialistů 0265	3. Datum vydání oprávnění 29. srpna 2008
4. Datum posledního průběžného vzdělávání 	
5. Podpis 	6. Datum 11.4.2016



Příloha č. 1 - Soulad projektu s požadavky OPŽP

Obecná kritéria přijatelnosti:

a) Projekty zaměřené na celkové nebo dílčí energetické renovace veřejných budov, včetně projektů realizovaných s využitím EPC

Nejsou podporována opatření realizovaná na zchátralých dlouhodobě nevyužívaných objektech. Jedná se o objekty, u kterých nelze fakturačně doložit spotřebu energie za období posledních 3 let. **(Ano)**

Nebudou podporována opatření realizovaná na novostavbách, přístavbách a nástavbách. **(Ano)**

Po realizaci projektu musí budova plnit minimálně parametry energetické náročnosti definované § 6 odst. 2 písm. a) nebo b) vyhlášky č.78/2013 Sb., o energetické náročnosti. Tento požadavek se netýká památkově chráněných budov v souladu s § 7 odst. 5 zákona č. 406/2000 Sb. ve znění pozdějších předpisů. **(Ano)**

Po realizaci projektu musí být součinitel prostupu tepla měněných stavebních prvků obálky, které jsou předmětem podpory, minimálně na doporučených hodnotách dle ČSN 730540-2 (2011). **(Ano)**

Pokud je jedním z opatření projektu zlepšení tepelně technických vlastností obvodových konstrukcí budovy sloužící pro výchovu a vzdělávání dětí a mladistvých, musí být v rámci projektu navržen systém větrání v souladu s vyhláškou č.410/2005 Sb., o hygienických požadavcích na prostory a provoz zařízení a provozoven pro výchovu a vzdělávání dětí a mladistvých, ve znění pozdějších předpisů. Souladu je dosaženo pouze realizací jednoho ze systémů větrání definovaného v ČSN EN 15665/Z1. **(Ano)**

Pokud je jedním z opatření projektu instalace fotovoltaického systému, maximální možný instalovaný výkon tohoto systému může být 30 kWp a musí být umístěn pouze na střešní konstrukci nebo na obvodové zdi jedné budovy, spojené se zemí pevným základem a evidované v katastru nemovitostí. **(Irrelevantní)**

Instalace fotovoltaického systému bude podpořena pouze v případě, že bude součástí komplexního projektu, nikoliv jako samostatné opatření. **(Irrelevantní)**

Maximální navrhovaná roční výroba elektřiny z fotovoltaického systému musí odpovídat roční spotřebě elektřiny v budově. **(Irrelevantní)**

V případě realizace fotovoltaických systémů budou podporovány pouze krystalické FV moduly s účinností nejméně 14 % a tenkovrstvé FV moduly s účinností nejméně 10 % (při standardních testovacích podmínkách). Účinnost je vztažena k celkové ploše FV modulu. **(Irrelevantní)**

Podpora na výměnu zdroje tepla je určena pouze pro budovy, kde je výroba tepla realizována zdrojem využívajícím fosilní paliva nebo elektrickou energii. Toto omezení se netýká fototerminických solárních systémů. **(Irrelevantní)**

V případě, že je budova vytápěna zdrojem na zemní plyn, bude podporován pouze přechod na plynové tepelné čerpadlo nebo zařízení pro kombinovanou výrobu elektřiny a tepla, kdy stáří původního zdroje v době podání žádosti nesmí být kratší než 10 let. **(Irrelevantní)**

V případě, že jsou v budově využívána pro vytápění nebo přípravu teplé vody tuhá nebo kapalná fosilní paliva, musí dojít k náhradě tohoto zdroje za kotel na biomasu, tepelné čerpadlo, kondenzační kotel na zemní plyn, fototerminický solární systém nebo zařízení pro kombinovanou výrobu elektřiny a tepla využívající obnovitelné zdroje nebo zemní plyn. **(Irrelevantní)**

Po realizaci projektu musí dojít k úspoře celkové energie min. o 20 % oproti původnímu stavu, u památkově chráněných budov min. o 10 %. **(Ano)**

V případě realizace projektů s využitím EPC musí dojít k úspoře energie o dalších nejméně 15 % ze spotřeby energie, které bude dosaženo po provedení všech energeticky úsporných opatření na obálce budovy (Příklad: pokud dojde realizací všech energeticky úsporných opatření na obálce budovy k úspoře 40 %, metodou EPC musí dojít k dalším úsporám ve výši 15 % ze zbývající spotřeby na úrovni 60 % původní celkové spotřeby energie, tedy projektem bude celkově uspořeno min. 49 %). **(Irelevantní)**

Realizací projektu musí dojít k min. úspoře 20 % emisí CO₂ oproti původnímu stavu, u památkově chráněných budov 10 %. **(Ano)**

V případě realizace zdroje tepla na vytápění musí dojít min. k úspoře 30 % emisí CO₂ oproti původnímu stavu, pokud dochází ke změně paliva. Pokud ke změně paliva nedochází, je min. úspora emisí CO₂ stanovena na úrovni 20 %. **(Irelevantní)**

Realizací projektu musí dojít k úspoře emisí TZL a NO_x. **(Ano)**

Nebudou přijaty projekty, u nichž by došlo k odpojení od SZTE (či k náhradě dodávek energií z SZTE). Toto omezení se netýká fototermtických solárních systémů. **(Ano)**

V případě realizace elektrických tepelných čerpadel jsou podporována čerpadla, která splňují parametry definované nařízením Komise (EU) č. 813/2013, kterým se provádí směrnice Evropského parlamentu a Rady 2009/125/E, pokud jde o požadavky na ekodesign ohřivačů pro vytápění vnitřních prostorů a kombinovaných ohřivačů (požadavky od 26. 9. 2017). **(Irelevantní)**

V případě realizace plynových tepelných čerpadel jsou podporována čerpadla, která splňují parametry definované nařízením Komise (EU) č. 813/2013, kterým se provádí směrnice Evropského parlamentu a Rady 2009/125/E, pokud jde o požadavky na ekodesign ohřivačů pro vytápění vnitřních prostorů a kombinovaných ohřivačů (požadavky od 26. 9. 2018). **(Irelevantní)**

V případě realizace solárních termických soustav budou podporována pouze zařízení splňující požadavky ČSN EN ISO 9806 nebo ČSN EN 12975-2. **(Irelevantní)**

V případě realizace solárních termických soustav budou podporovány pouze solární kolektory splňující minimální hodnotu účinnosti η_{sk} dle vyhlášky č. 441/2012 Sb., o stanovení minimální účinnosti užití energie při výrobě elektřiny a tepelné energie za podmínky slunečního ozáření 1000 W/m². **(Irelevantní)**

V případě realizace solárních termických soustav budou podporována pouze zařízení s měrným využitelným ziskem $q_{ss,u} \geq 350$ (kWh.m⁻².rok⁻¹). **(Irelevantní)**

V případě realizace kotle na zemní plyn budou podporovány pouze kondenzační plynové kotle plnící parametry nařízení Komise (EU) č. 813/2013, kterým se provádí směrnice Evropského parlamentu a Rady 2009/125/E, pokud jde o požadavky na ekodesign ohřivačů pro vytápění vnitřních prostorů a kombinovaných ohřivačů (požadavky od 26. 9. 2018). **(Irelevantní)**

V případě realizace kotle na biomasu budou podporovány pouze kotle splňující požadavky Nařízením Komise č. 2015/1189 ze dne 28. dubna 2015, kterým se provádí směrnice Evropského parlamentu a Rady 2009/125/ES, pokud jde o požadavky na ekodesign kotlů na tuhá paliva (požadavky od 1. 1. 2020). **(Irelevantní)**

V případě realizace jednotky pro kombinovanou výrobu elektřiny a tepla budou podporovány pouze technologie plnící parametry nařízení Komise (EU) č. 813/2013, kterým se provádí směrnice Evropského parlamentu a Rady 2009/125/E, pokud jde o požadavky na ekodesign ohřivačů pro vytápění vnitřních prostorů a kombinovaných ohřivačů (požadavky od 26. 9. 2018). **(Irelevantní)**

V případě realizace jednotky pro kombinovanou výrobu elektřiny a tepla budou podporovány projekty generující úsporu primární energie ve výši min. 10 % ve srovnání s referenčními údaji za oddělenou výrobu elektřiny a tepla. **(Irelevantní)**

V případě realizace obnovitelného zdroje tepla nebo elektřiny bude zajištěno měření vyrobené energie z OZE. **(Irelevantní)**

V případě spalovacích zdrojů nespádajících do působnosti směrnice Evropského parlamentu a Rady 2009/125/ES budou podpořeny pouze projekty zaručující splnění požadavků schválené směrnice Evropského parlamentu a Rady o omezení emisí některých znečišťujících látek do ovzduší ze středních spalovacích zařízení. Bez ohledu na přijetí návrhu uvedené směrnice budou podpořeny pouze projekty zaručující splnění emisních limitů pro NO_x, SO₂ a CO pro rok 2018 ve vyhlášce č. 415/2012 Sb. V případě TZL budou podpořeny pouze projekty splňující hodnoty emisních limitů pro TZL uvedených v návrhu směrnice o omezení emisí určitých znečišťujících látek do ovzduší ze středních spalovacích zdrojů v podobě uveřejněné jako součást tzv. „Air Package“ dne 18. 12. 2013. **(Irelevantní)**

V případě realizace systémů nuceného větrání s rekuperací odpadního tepla musí být suchá účinnost zpětného získávání tepla (rekuperátoru) min. 65 % dle ČSN EN 308. **(Ano)**

V případě realizace systémů nuceného větrání s rekuperací odpadního tepla musí být systém regulován dle množství CO₂ v místnostech prostřednictvím infračervených čidel tzv. IR senzorů. **(Ano)**

V rámci realizace projektu musí být zajištěno vyregulování otopné soustavy, zaveden a prováděn energetický management v souladu s „Metodickým návodem pro splnění požadavku na zavedení energetického managementu“ minimálně po dobu udržitelnosti projektu. **(Ano)**

Příloha č. 2 - Indikátory (parametry) pro hodnocení a monitorování projektu

Indikátor (Parametr)	Jednotka	Hodnota
Snížení emisí skleníkových plynů	tun/rok	52,6849
Snížení emisí skleníkových plynů	%	36,20
Snížení spotřeby energie	GJ/rok	1049,67
Snížení spotřeby energie	%	53,5
Plocha zatepovaného obvodového pláště	m ²	2771,4
Plocha měněných výplní	m ²	584,76
Plocha zatepovaných plochých a šikmých střešních konstrukcí	m ²	1482,2
Plocha zatepovaných konstrukcí k nevytápěným prostorům	m ²	1043,7
Plocha zatepovaných podlah na zemině	m ²	0
Průměrný součinitel prostupu tepla (požadovaný) - U _{em,N,rq}	W/(m ² . K)	0,44
Průměrný součinitel prostupu tepla (dosažený) - U _{em}	W/(m ² . K)	0,38
Instalovaný výkon tepelný	kW _t	636
Instalovaný výkon elektrický	kW _e	x
Výroba tepla z obnovitelných zdrojů	GJ/rok	x
Výroba elektřiny z obnovitelných zdrojů	GJ/rok	x
Využití instalovaného výkonu (roční provoz)	hod/rok	442,04
Účinnost (Sezónní energetická účinnost)	%	90
Výkon vzduchotechnické jednotky (jednotek)	Kč/ m ³ h ⁻¹	150,72
Účinnost (suchá účinnost ZZT bez vlivu kondenzace)	%	80
Instalovaný (špičkový) výkon FV systému	kW _p	x
Využití instalovaného výkonu pro lokální spotřebu (FVS)	kWh/kW _p hod/rok	x
Účinnost fotovoltaických modulů	%	x

Příloha č. 3 – Energetický štítek obálky budovy dle ČSN 73 0540-2 (2011) (samostatná příloha)

Příloha č. 4 - Průkaz energetické náročnosti budovy (stávající a návrhový stav) (samostatná příloha)

Příloha č. 5 - Kopie dokladu o vydání oprávnění podle §10b zákona č.406/2000 Sb.



MINISTERSTVO PRŮMYSLU A OBCHODU

Na Františku 32, 110 15 Praha 1

Ing. David Knill

r. č. 760519/3288

je oprávněn

vypracovávat průkazy energetické náročnosti budovy

s platností od 24.7.2008

provádět energetický audit

s platností od 4.6.2007

provádět kontroly kotlů

s platností od 29.8.2008

~~~~~

podle zákona č. 406/2006 Sb., o hospodaření energií

**Číslo oprávnění: 0265**

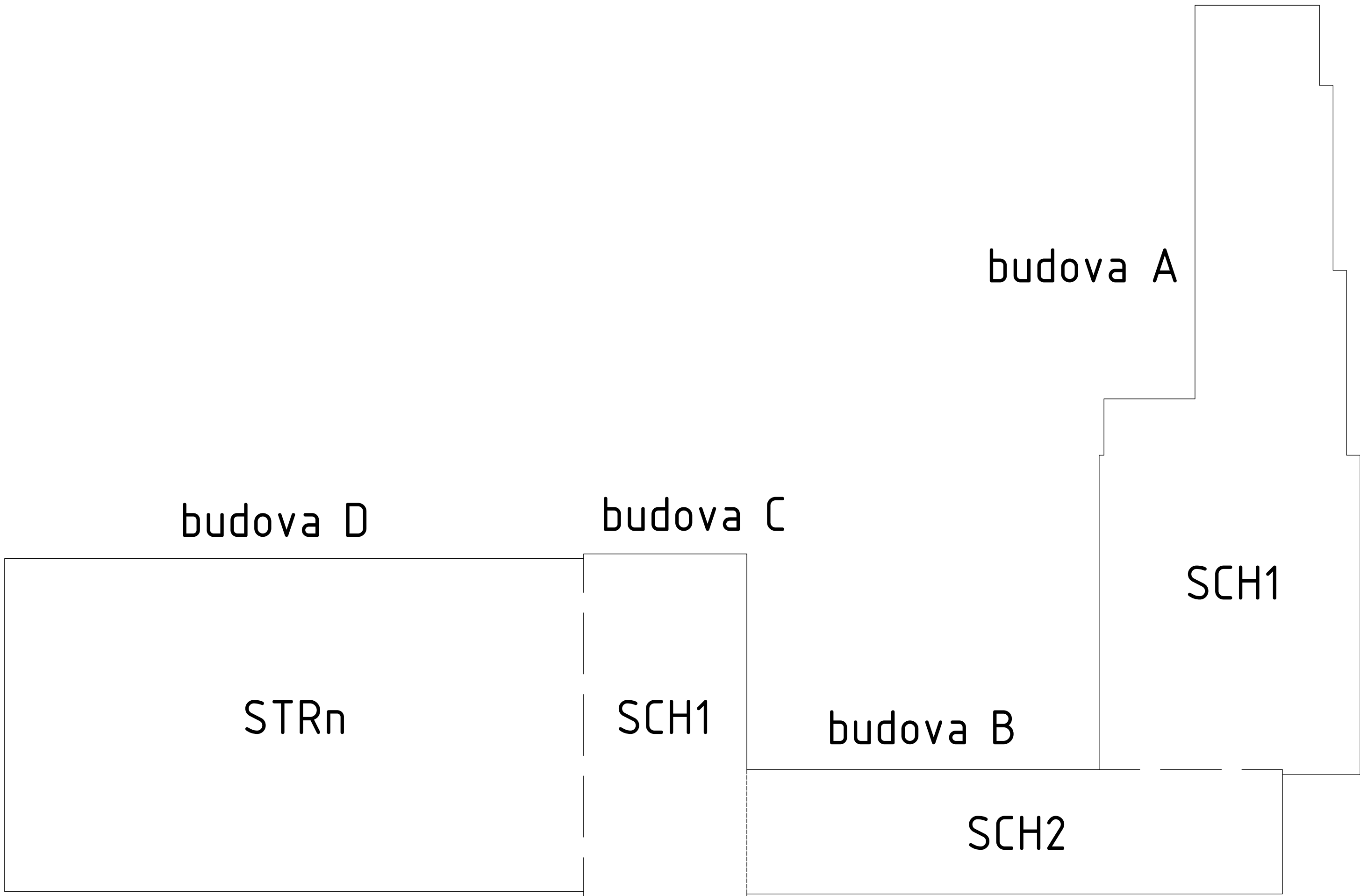


V Praze dne 29. srpna 2008

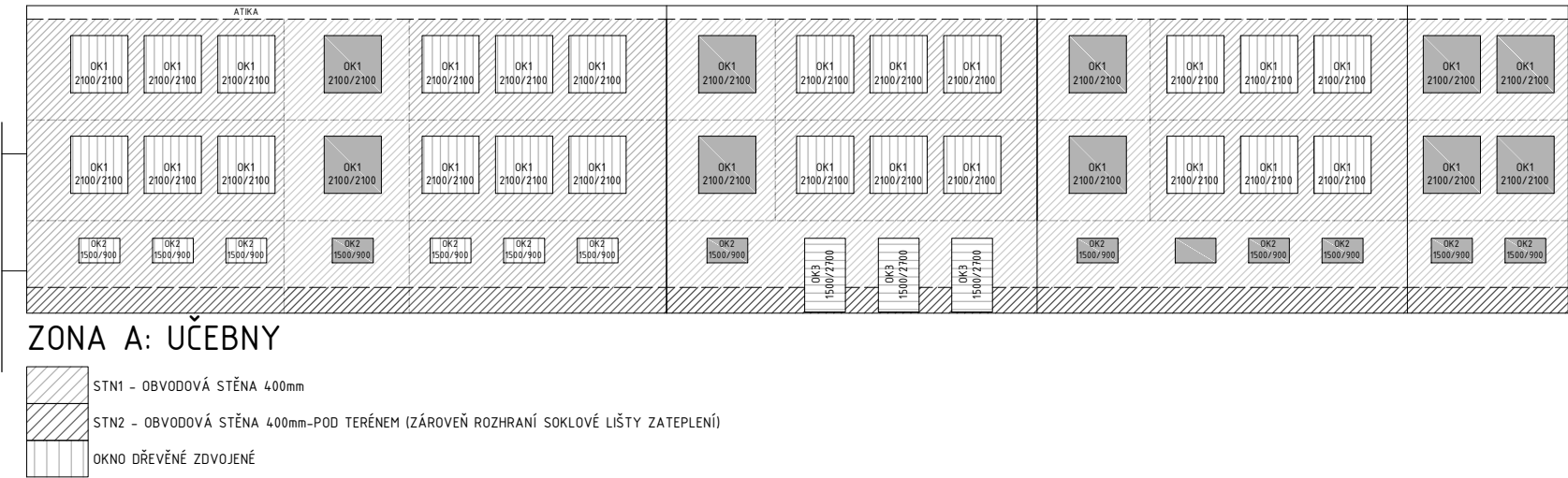
  
Ing. Tomáš Hüner

náměstek ministra průmyslu a obchodu

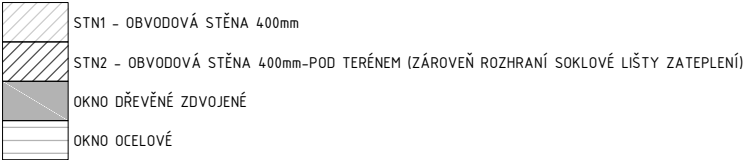
## **Příloha č. 6 – Schematické výkresy**



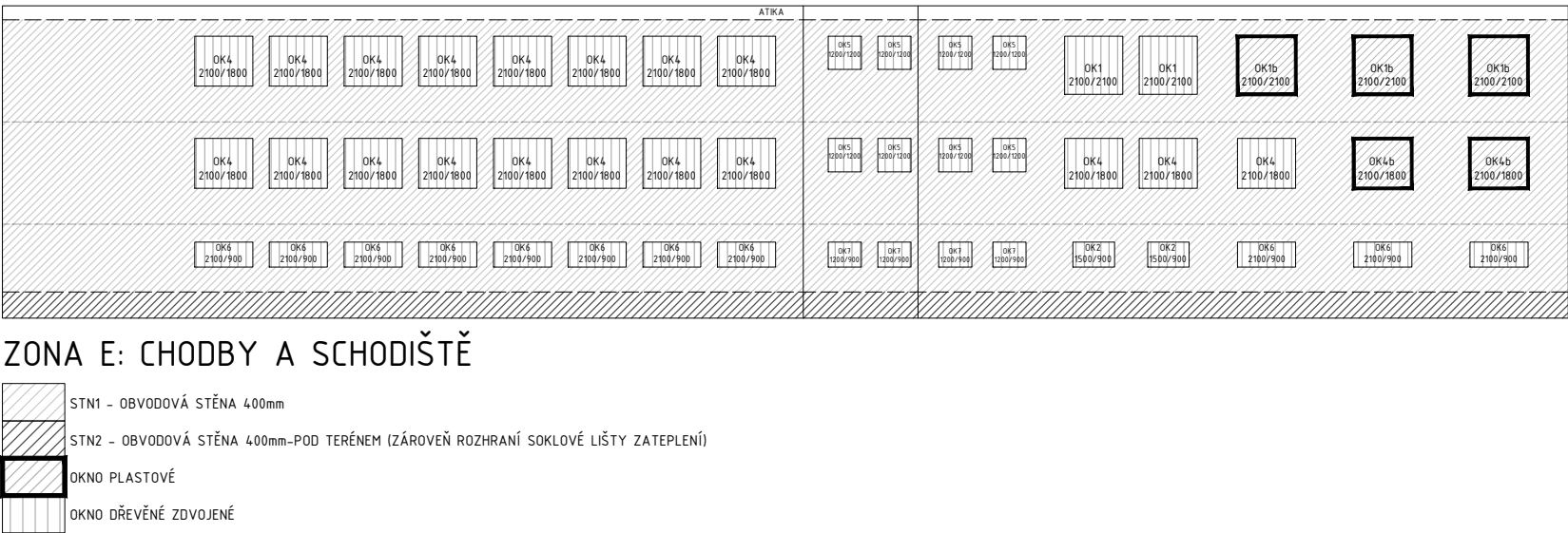
# POHLED ZÁPADNÍ – budova A



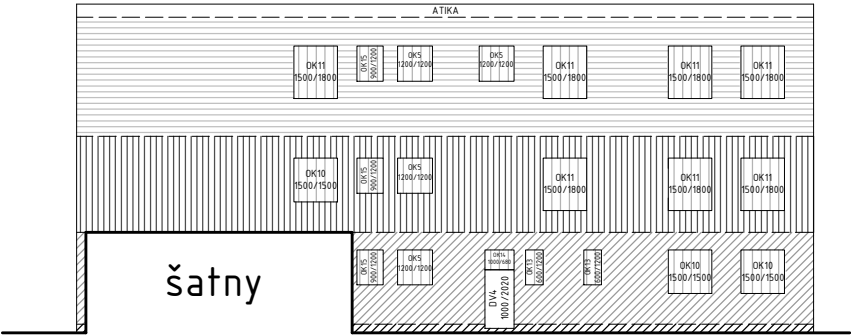
## ZONA A: UČEBNY



# POHLED VÝCHODNÍ – budova A



# POHLED ZÁPADNÍ



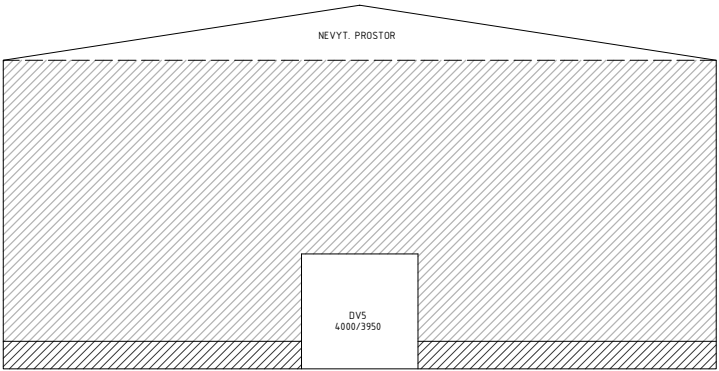
ZONA C: TECHNICKÉ ZÁZEMÍ

- STN1 - OBVODOVÁ STĚNA 400mm
- STN2 - OBVODOVÁ STĚNA 400mm-SOKL
- STN6 - OBVODOVÁ STĚNA 500mm
- STN7 - OBVODOVÁ STĚNA 450mm
- OKNO DŘEVĚNÉ ZDVOJENÉ

budova C

stávající stav

# POHLED VÝCHODNÍ



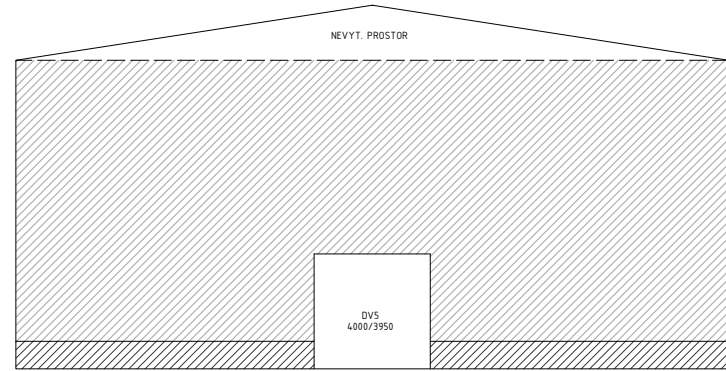
ZONA D: TĚLOCVIČNA

- STN1 - OBVODOVÁ STĚNA 400mm
- STN8 - OBVODOVÝ PLÁŠŤ TYP HARD

budova D

návrhový stav

# POHLED VÝCHODNÍ

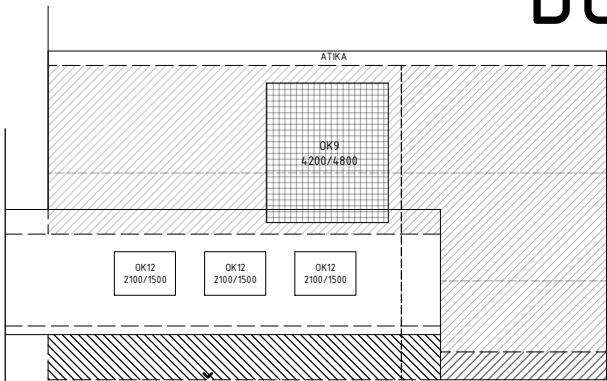


ZONA D: TĚLOCVIČNA

- STN1 - OBVODOVÁ STĚNA 400mm + 150 mm TI
- STN8 - OBVODOVÝ PLÁŠŤ TEP. IZ. PANELY TL. 120 mm

budova D

# POHLED SEVERNÍ



ZONA A: ŠKOLA

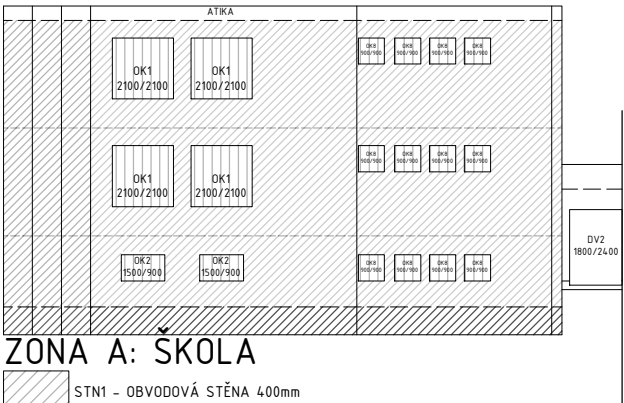
- STN1 - OBVODOVÁ STĚNA 400mm
- STN2 - OBVODOVÁ STĚNA 400mm-POD TERÉNEM (ZÁROVEŇ ROZHRANÍ SOKLOVÉ LIŠTY ZATEPLENÍ)
- STN3z - OBVODOVÁ STĚNA 400mm-POD TERÉNEM (V SOUSEDSTVÍ SE ŠATNAMI)

ZONA E: CHODBY A SCHODIŠTĚ

- STN1 - OBVODOVÁ STĚNA 400mm
- STN3z - OBVODOVÁ STĚNA 400mm-POD TERÉNEM (V SOUSEDSTVÍ SE ŠATNAMI)

budova A

# POHLED JIŽNÍ



ZONA A: ŠKOLA

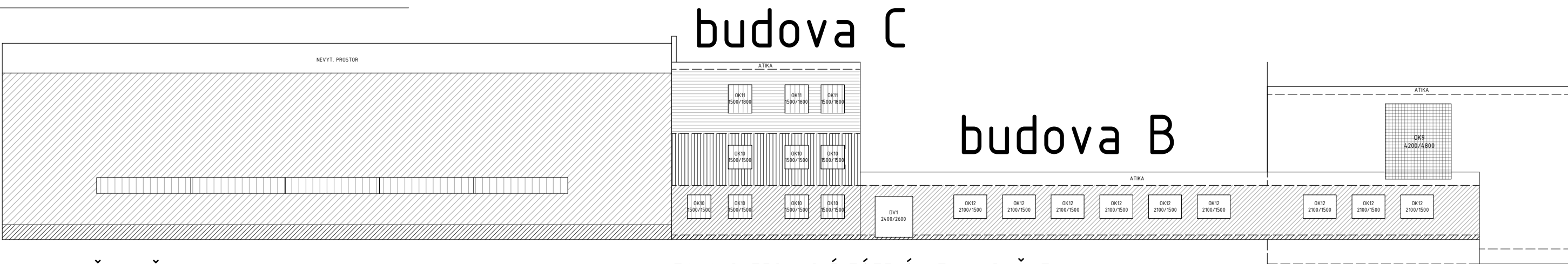
- STN1 - OBVODOVÁ STĚNA 400mm
- STN2 - OBVODOVÁ STĚNA 400mm-POD TERÉNEM (ZÁROVEŇ ROZHRANÍ SOKLOVÉ LIŠTY ZATEPLENÍ)
- OKNO DŘEVĚNÉ ZDVOJENÉ

ZONA E: CHODBY A SCHODIŠTĚ

- STN1 - OBVODOVÁ STĚNA 400mm
- STN2 - OBVODOVÁ STĚNA 400mm-POD TERÉNEM (ZÁROVEŇ ROZHRANÍ SOKLOVÉ LIŠTY ZATEPLENÍ)
- OKNO DŘEVĚNÉ ZDVOJENÉ

návrhový stav

POHLED SEVERNÍ



ZONA D: TĚLOCVIČNA

- STN1 - OBVODOVÁ STĚNA 400mm
- STN8 - OBVODOVÝ PLÁŠŤ TEP. IZ. PANELY TL. 120 mm
- OKNO POLYKARBON

budova D

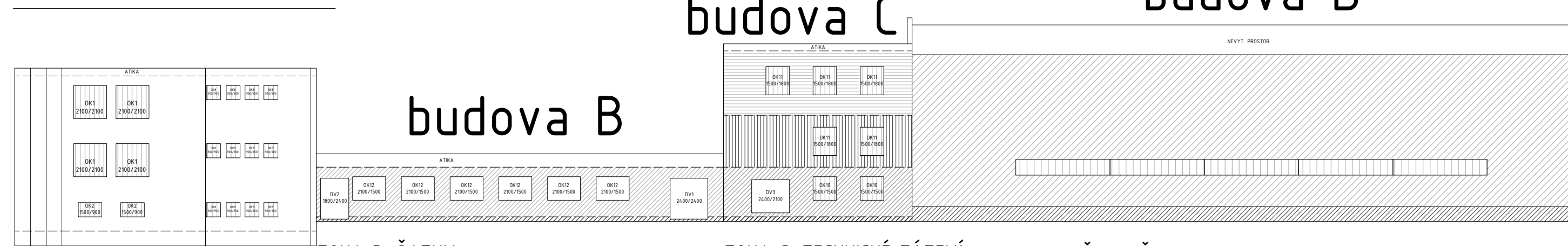
ZONA C: TECHNICKÉ ZÁZEMÍ

- STN1 - OBVODOVÁ STĚNA 400mm
- STN2 - OBVODOVÁ STĚNA 400mm-SOKL
- STN6 - OBVODOVÁ STĚNA 500mm
- STN7 - OBVODOVÁ STĚNA 450mm
- OKNO DŘEVĚNÉ ZDOVOJENÉ

ZONA B: ŠATNY

- STN4 - OBVODOVÁ STĚNA 300mm
- STN5 - OBVODOVÁ STĚNA 300mm (SOKL)

POHLED JIŽNÍ



ZONA B: ŠATNY

- STN4 - OBVODOVÁ STĚNA 300mm
- STN5 - OBVODOVÁ STĚNA 300mm (SOKL)

ZONA C: TECHNICKÉ ZÁZEMÍ

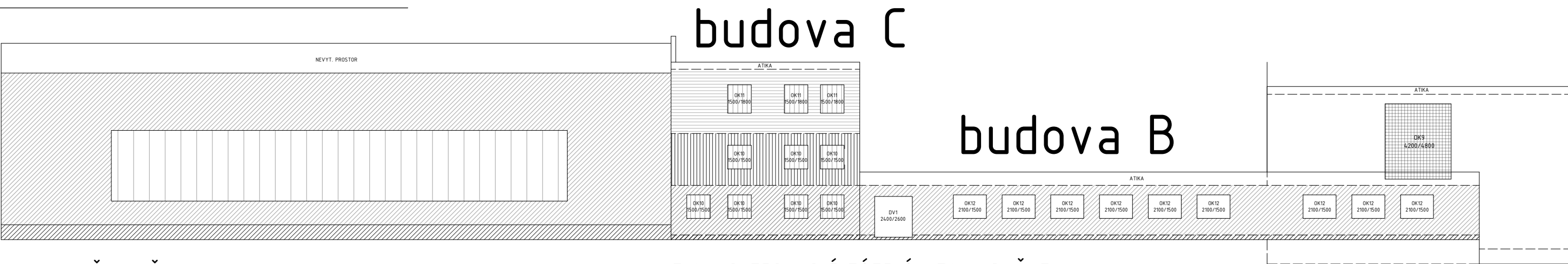
- STN1 - OBVODOVÁ STĚNA 400mm
- STN2 - OBVODOVÁ STĚNA 400mm-SOKL
- STN6 - OBVODOVÁ STĚNA 500mm
- STN7 - OBVODOVÁ STĚNA 450mm
- OKNO DŘEVĚNÉ ZDOVOJENÉ

ZONA D: TĚLOCVIČNA

- STN1 - OBVODOVÁ STĚNA 400mm
- STN8 - OBVODOVÝ PLÁŠŤ TEP. IZ. PANELY TL. 120 mm
- OKNO POLYKARBON

stávající stav

POHLED SEVERNÍ



ZONA D: TĚLOCVIČNA

- STN1 - OBVODOVÁ STĚNA 400mm
- STN8 - OBVODOVÝ PLÁŠŤ TYP HARD
- OKNO OCELOVÉ

budova D

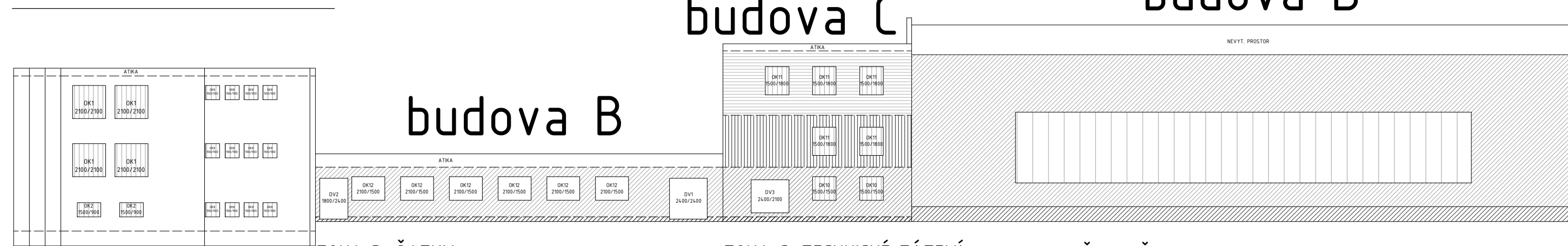
ZONA C: TECHNICKÉ ZÁZEMÍ

- STN1 - OBVODOVÁ STĚNA 400mm
- STN2 - OBVODOVÁ STĚNA 400mm-SOKL
- STN6 - OBVODOVÁ STĚNA 500mm
- STN7 - OBVODOVÁ STĚNA 450mm
- OKNO DŘEVĚNÉ ZDVOJENÉ

ZONA B: ŠATNY

- STN4 - OBVODOVÁ STĚNA 300mm
- STN5 - OBVODOVÁ STĚNA 300mm (SOKL)

POHLED JIŽNÍ



ZONA B: ŠATNY

- STN4 - OBVODOVÁ STĚNA 300mm
- STN5 - OBVODOVÁ STĚNA 300mm (SOKL)

ZONA C: TECHNICKÉ ZÁZEMÍ

- STN1 - OBVODOVÁ STĚNA 400mm
- STN2 - OBVODOVÁ STĚNA 400mm-SOKL
- STN6 - OBVODOVÁ STĚNA 500mm
- STN7 - OBVODOVÁ STĚNA 450mm
- OKNO DŘEVĚNÉ ZDVOJENÉ

ZONA D: TĚLOCVIČNA

- STN1 - OBVODOVÁ STĚNA 400mm
- STN8 - OBVODOVÝ PLÁŠŤ TYP HARD
- OKNO OCELOVÉ



## **Příloha č. 7 – Skladby konstrukcí – výpočet U (stávající a návrhový stav)**

## KOMPLEXNÍ POSOUZENÍ SKLADBY STAVEBNÍ KONSTRUKCE Z HLEDISKA ŠÍŘENÍ TEPLA A VODNÍ PÁRY

podle EN ISO 13788, EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

**Teplo 2015**

Název úlohy : **STN1-Obvodová stěna 400mm**

Zpracovatel : Ing. David Knill

Zakázka :

Datum : 20.01.2016

### ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Stěna vnější jednoplášťová

Korekce součinitele prostupu dU : 0.050 W/m2K

#### Skladba konstrukce (od interiéru) :

| Číslo | Název          | D<br>[m] | Lambda<br>[W/(m.K)] | c<br>[J/(kg.K)] | Ro<br>[kg/m3] | Mi<br>[-] | Ma<br>[kg/m2] |
|-------|----------------|----------|---------------------|-----------------|---------------|-----------|---------------|
| 1     | Omítka vápenná | 0,0200   | 0,8700              | 840,0           | 1600,0        | 6,0       | 0.0000        |
| 2     | Zdivo CD 36-tl | 0,3750   | 0,5800              | 960,0           | 1250,0        | 7,0       | 0.0000        |
| 3     | Omítka vápenoc | 0,0200   | 0,9900              | 790,0           | 2000,0        | 19,0      | 0.0000        |

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

| Číslo | Kompletní název vrstvy        | Interní výpočet tep. vodivosti |
|-------|-------------------------------|--------------------------------|
| 1     | Omítka vápenná                | ---                            |
| 2     | Zdivo CD 36-tl. 360-v. 140 mm | ---                            |
| 3     | Omítka vápenocementová        | ---                            |

#### Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.13 m2K/W

dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 0.25 m2K/W

Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.04 m2K/W

dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.04 m2K/W

Návrhová venkovní teplota Te : -13.0 C

Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 20.6 C

Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 84.0 %

Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHl : 55.0 %

| Měsíc | Délka [dny] | Tai [C] | RHi [%] | Pi [Pa] | Te [C] | RHe [%] | Pe [Pa] |
|-------|-------------|---------|---------|---------|--------|---------|---------|
| 1     | 31          | 20.6    | 55.1    | 1336.3  | -2.4   | 81.2    | 406.1   |
| 2     | 28          | 20.6    | 57.3    | 1389.6  | -0.9   | 80.8    | 457.9   |
| 3     | 31          | 20.6    | 58.8    | 1426.0  | 3.0    | 79.5    | 602.1   |
| 4     | 30          | 20.6    | 60.7    | 1472.1  | 7.7    | 77.5    | 814.1   |
| 5     | 31          | 20.6    | 64.9    | 1573.9  | 12.7   | 74.5    | 1093.5  |
| 6     | 30          | 20.6    | 68.7    | 1666.1  | 15.9   | 72.0    | 1300.1  |
| 7     | 31          | 20.6    | 70.8    | 1717.0  | 17.5   | 70.4    | 1407.2  |
| 8     | 31          | 20.6    | 70.1    | 1700.0  | 17.0   | 70.9    | 1373.1  |
| 9     | 30          | 20.6    | 65.6    | 1590.9  | 13.3   | 74.1    | 1131.2  |

|    |    |      |      |        |      |      |       |
|----|----|------|------|--------|------|------|-------|
| 10 | 31 | 20.6 | 61.0 | 1479.4 | 8.3  | 77.1 | 843.7 |
| 11 | 30 | 20.6 | 58.8 | 1426.0 | 2.9  | 79.5 | 597.9 |
| 12 | 31 | 20.6 | 57.7 | 1399.3 | -0.6 | 80.7 | 468.9 |

Poznámka:  $T_{ai}$ ,  $R_{Hi}$  a  $P_i$  jsou prům. měsíční parametry vnitřního vzduchu (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry) a  $T_e$ ,  $R_{He}$  a  $P_e$  jsou prům. měsíční parametry v prostředí na vnější straně konstrukce (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry).

Pro vnitřní prostředí byla uplatněna přírážka k vnitřní relativní vlhkosti : 5.0 %

Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem podle EN ISO 13788.

Počet hodnocených let : 1

## VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

### Teplotní odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Teplotní odpor konstrukce  $R$  : 0.654 m<sup>2</sup>K/W

Součinitel prostupu tepla konstrukce  $U$  : 1.213 W/m<sup>2</sup>K

Součinitel prostupu zabudované kce  $U_{kc}$  : 1.23 / 1.26 / 1.31 / 1.41 W/m<sup>2</sup>K

Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou podle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

### Difúzní odpor a tepelně akumulční vlastnosti:

Difúzní odpor konstrukce  $Z_{pT}$  : 1.7E+0010 m/s

Teplotní útlum konstrukce  $N_y^*$  podle EN ISO 13786 : 39.1

Fázový posun teplotního kmitu  $\Psi_i^*$  podle EN ISO 13786 : 12.7 h

### Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor podle ČSN 730540 a EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách  $T_{si,p}$  : 11.70 C

Teplotní faktor v návrhových podmínkách  $f, R_{si,p}$  : 0.735

| Číslo měsíce | Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu: |               |                  |               | Vypočtené hodnoty |             |              |
|--------------|--------------------------------------------------------------------------|---------------|------------------|---------------|-------------------|-------------|--------------|
|              | ----- 80% -----                                                          |               | ----- 100% ----- |               |                   |             |              |
|              | $T_{si,m}[C]$                                                            | $f, R_{si,m}$ | $T_{si,m}[C]$    | $f, R_{si,m}$ | $T_{si}[C]$       | $f, R_{si}$ | $RH_{si}[%]$ |
| 1            | 14.7                                                                     | 0.743         | 11.3             | 0.595         | 14.5              | 0.735       | 80.9         |
| 2            | 15.3                                                                     | 0.753         | 11.9             | 0.594         | 14.9              | 0.735       | 82.0         |
| 3            | 15.7                                                                     | 0.721         | 12.3             | 0.526         | 15.9              | 0.735       | 78.8         |
| 4            | 16.2                                                                     | 0.659         | 12.7             | 0.391         | 17.2              | 0.735       | 75.1         |
| 5            | 17.2                                                                     | 0.576         | 13.8             | 0.135         | 18.5              | 0.735       | 73.9         |
| 6            | 18.2                                                                     | 0.479         | 14.6             | -----         | 19.4              | 0.735       | 74.2         |
| 7            | 18.6                                                                     | 0.365         | 15.1             | -----         | 19.8              | 0.735       | 74.5         |
| 8            | 18.5                                                                     | 0.409         | 15.0             | -----         | 19.6              | 0.735       | 74.4         |
| 9            | 17.4                                                                     | 0.564         | 13.9             | 0.087         | 18.7              | 0.735       | 74.0         |
| 10           | 16.3                                                                     | 0.648         | 12.8             | 0.367         | 17.3              | 0.735       | 74.7         |
| 11           | 15.7                                                                     | 0.723         | 12.3             | 0.529         | 15.9              | 0.735       | 78.9         |
| 12           | 15.4                                                                     | 0.755         | 12.0             | 0.593         | 15.0              | 0.735       | 82.2         |

Poznámka:  $RH_{si}$  je relativní vlhkost na vnitřním povrchu,  $T_{si}$  je vnitřní povrchová teplota a  $f, R_{si}$  je teplotní faktor.

### Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a částečných tlaků vodní páry v návrhových okrajových podmínkách:

| rozhraní:   | i    | 1-2  | 2-3   | e     |
|-------------|------|------|-------|-------|
| theta [C]:  | 15.5 | 14.6 | -10.6 | -11.4 |
| p [Pa]:     | 1334 | 1289 | 308   | 166   |
| p,sat [Pa]: | 1762 | 1663 | 245   | 228   |

Poznámka: theta je teplota na rozhraní vrstev, p je předpokládaný částečný tlak vodní páry na rozhraní vrstev a p,sat je částečný tlak nasycené vodní páry na rozhraní vrstev.

Při venkovní návrhové teplotě dochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.

| Kond.zóna<br>číslo | Hranice kondenzační zóny<br>levá [m] | pravá  | Kondenzující množství<br>vodní páry [kg/(m2s)] |
|--------------------|--------------------------------------|--------|------------------------------------------------|
| 1                  | 0.2541                               | 0.3950 | 4.726E-0008                                    |

Roční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry:

Množství zkondenzované vodní páry za rok  $M_{c,a}$ : **0.0527 kg/(m2.rok)**

Množství vypařitelné vodní páry za rok  $M_{ev,a}$ : **3.5713 kg/(m2.rok)**

Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než -5.0 C.

### Bilance zkondenzované a vypařené vodní páry podle EN ISO 13788:

Roční cyklus č. 1

**V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci vodní páry.**

Poznámka: Hodnocení difúze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledek lze získat s pomocí 2D analýzy.

**STOP, Teplo 2015**

## KOMPLEXNÍ POSOUZENÍ SKLADBY STAVEBNÍ KONSTRUKCE Z HLEDISKA ŠÍŘENÍ TEPLA A VODNÍ PÁRY

podle EN ISO 13788, EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

**Teplo 2015**

Název úlohy : **STN2-Obvodová stěna 400mm (sokl)**

Zpracovatel : Ing. David Knill

Zakázka :

Datum : 20.01.2016

### ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Stěna vnější jednoplášťová

Korekce součinitele prostupu  $dU$  : 0.050 W/m2K

### Skladba konstrukce (od interiéru) :

| Číslo | Název          | D<br>[m] | Lambda<br>[W/(m.K)] | c<br>[J/(kg.K)] | Ro<br>[kg/m3] | Mi<br>[-] | Ma<br>[kg/m2] |
|-------|----------------|----------|---------------------|-----------------|---------------|-----------|---------------|
| 1     | Omítka vápenná | 0,0200   | 0,8700              | 840,0           | 1600,0        | 6,0       | 0.0000        |
| 2     | Zdivo CD 36-tl | 0,3750   | 0,5800              | 960,0           | 1250,0        | 7,0       | 0.0000        |
| 3     | Omítka vápenoc | 0,0200   | 0,9900              | 790,0           | 2000,0        | 19,0      | 0.0000        |

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

| Číslo | Kompletní název vrstvy        | Interní výpočet tep. vodivosti |
|-------|-------------------------------|--------------------------------|
| 1     | Omítka vápenná                | ---                            |
| 2     | Zdivo CD 36-tl. 360-v. 140 mm | ---                            |
| 3     | Omítka vápenocementová        | ---                            |

**Okrajové podmínky výpočtu :**

|                                                         |                         |
|---------------------------------------------------------|-------------------------|
| Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru $R_{si}$ : | 0.13 m <sup>2</sup> K/W |
| dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty $R_{si}$ :   | 0.25 m <sup>2</sup> K/W |
| Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru $R_{se}$ : | 0.04 m <sup>2</sup> K/W |
| dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty $R_{se}$ :   | 0.04 m <sup>2</sup> K/W |

|                                                          |         |
|----------------------------------------------------------|---------|
| Návrhová venkovní teplota $T_e$ :                        | -13.0 C |
| Návrhová teplota vnitřního vzduchu $T_{ai}$ :            | 20.6 C  |
| Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu $R_{He}$ : | 84.0 %  |
| Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu $R_{Hi}$ :  | 55.0 %  |

| Měsíc | Délka [dny] | $T_{ai}$ [C] | $R_{Hi}$ [%] | $P_i$ [Pa] | $T_e$ [C] | $R_{He}$ [%] | $P_e$ [Pa] |
|-------|-------------|--------------|--------------|------------|-----------|--------------|------------|
| 1     | 31          | 20.6         | 55.1         | 1336.3     | -2.4      | 81.2         | 406.1      |
| 2     | 28          | 20.6         | 57.3         | 1389.6     | -0.9      | 80.8         | 457.9      |
| 3     | 31          | 20.6         | 58.8         | 1426.0     | 3.0       | 79.5         | 602.1      |
| 4     | 30          | 20.6         | 60.7         | 1472.1     | 7.7       | 77.5         | 814.1      |
| 5     | 31          | 20.6         | 64.9         | 1573.9     | 12.7      | 74.5         | 1093.5     |
| 6     | 30          | 20.6         | 68.7         | 1666.1     | 15.9      | 72.0         | 1300.1     |
| 7     | 31          | 20.6         | 70.8         | 1717.0     | 17.5      | 70.4         | 1407.2     |
| 8     | 31          | 20.6         | 70.1         | 1700.0     | 17.0      | 70.9         | 1373.1     |
| 9     | 30          | 20.6         | 65.6         | 1590.9     | 13.3      | 74.1         | 1131.2     |
| 10    | 31          | 20.6         | 61.0         | 1479.4     | 8.3       | 77.1         | 843.7      |
| 11    | 30          | 20.6         | 58.8         | 1426.0     | 2.9       | 79.5         | 597.9      |
| 12    | 31          | 20.6         | 57.7         | 1399.3     | -0.6      | 80.7         | 468.9      |

Poznámka:  $T_{ai}$ ,  $R_{Hi}$  a  $P_i$  jsou prům. měsíční parametry vnitřního vzduchu (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry) a  $T_e$ ,  $R_{He}$  a  $P_e$  jsou prům. měsíční parametry v prostředí na vnější straně konstrukce (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry).

Pro vnitřní prostředí byla uplatněna přírážka k vnitřní relativní vlhkosti : 5.0 %

Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem podle EN ISO 13788.

Počet hodnocených let : 1

**VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :****Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:**

|                                            |                               |
|--------------------------------------------|-------------------------------|
| Tepelný odpor konstrukce $R$ :             | 0.654 m <sup>2</sup> K/W      |
| Součinitel prostupu tepla konstrukce $U$ : | <b>1.213 W/m<sup>2</sup>K</b> |

Součinitel prostupu zabudované kce  $U_{kc}$  : 1.23 / 1.26 / 1.31 / 1.41 W/m<sup>2</sup>K

Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou podle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

**Difúzní odpor a tepelné akumulační vlastnosti:**

|                                                               |               |
|---------------------------------------------------------------|---------------|
| Difúzní odpor konstrukce $Z_{pT}$ :                           | 1.7E+0010 m/s |
| Teplotní útlum konstrukce $N_y^*$ podle EN ISO 13786 :        | 39.1          |
| Fázový posun teplotního kmitu $\Psi_i^*$ podle EN ISO 13786 : | 12.7 h        |

**Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor podle ČSN 730540 a EN ISO 13788:**

|                                                                |              |
|----------------------------------------------------------------|--------------|
| Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách $T_{si,p}$ : | 11.70 C      |
| Teplotní faktor v návrhových podmínkách $f_{Rsi,p}$ :          | <b>0.735</b> |

| Číslo<br>měsíce | Minimální požadované hodnoty při max.<br>rel. vlhkosti na vnitřním povrchu: |         |                  |         | Vypočtené<br>hodnoty |       |         |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------|---------|------------------|---------|----------------------|-------|---------|
|                 | ----- 80% -----                                                             |         | ----- 100% ----- |         | Tsi[C]               | f,Rsi | RHsi[%] |
|                 | Tsi,m[C]                                                                    | f,Rsi,m | Tsi,m[C]         | f,Rsi,m |                      |       |         |
| 1               | 14.7                                                                        | 0.743   | 11.3             | 0.595   | 14.5                 | 0.735 | 80.9    |
| 2               | 15.3                                                                        | 0.753   | 11.9             | 0.594   | 14.9                 | 0.735 | 82.0    |
| 3               | 15.7                                                                        | 0.721   | 12.3             | 0.526   | 15.9                 | 0.735 | 78.8    |
| 4               | 16.2                                                                        | 0.659   | 12.7             | 0.391   | 17.2                 | 0.735 | 75.1    |
| 5               | 17.2                                                                        | 0.576   | 13.8             | 0.135   | 18.5                 | 0.735 | 73.9    |
| 6               | 18.2                                                                        | 0.479   | 14.6             | -----   | 19.4                 | 0.735 | 74.2    |
| 7               | 18.6                                                                        | 0.365   | 15.1             | -----   | 19.8                 | 0.735 | 74.5    |
| 8               | 18.5                                                                        | 0.409   | 15.0             | -----   | 19.6                 | 0.735 | 74.4    |
| 9               | 17.4                                                                        | 0.564   | 13.9             | 0.087   | 18.7                 | 0.735 | 74.0    |
| 10              | 16.3                                                                        | 0.648   | 12.8             | 0.367   | 17.3                 | 0.735 | 74.7    |
| 11              | 15.7                                                                        | 0.723   | 12.3             | 0.529   | 15.9                 | 0.735 | 78.9    |
| 12              | 15.4                                                                        | 0.755   | 12.0             | 0.593   | 15.0                 | 0.735 | 82.2    |

Poznámka: RHsi je relativní vlhkost na vnitřním povrchu, Tsi je vnitřní povrchová teplota a f,Rsi je teplotní faktor.

### Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a částečných tlaků vodní páry v návrhových okrajových podmínkách:

| rozhraní:   | i    | 1-2  | 2-3   | e     |
|-------------|------|------|-------|-------|
| theta [C]:  | 15.5 | 14.6 | -10.6 | -11.4 |
| p [Pa]:     | 1334 | 1289 | 308   | 166   |
| p,sat [Pa]: | 1762 | 1663 | 245   | 228   |

Poznámka: theta je teplota na rozhraní vrstev, p je předpokládaný částečný tlak vodní páry na rozhraní vrstev a p,sat je částečný tlak nasycené vodní páry na rozhraní vrstev.

Při venkovní návrhové teplotě dochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.

| Kond.zóna<br>číslo | Hranice kondenzační zóny<br>levá [m] | pravá [m] | Kondenzující množství<br>vodní páry [kg/(m2s)] |
|--------------------|--------------------------------------|-----------|------------------------------------------------|
| 1                  | 0.2541                               | 0.3950    | 4.726E-0008                                    |

### Roční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry:

Množství zkondenzované vodní páry za rok Mc,a: **0.0527 kg/(m2.rok)**

Množství vypařitelné vodní páry za rok Mev,a: **3.5713 kg/(m2.rok)**

Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než -5.0 C.

### Bilance zkondenzované a vypařené vodní páry podle EN ISO 13788:

Roční cyklus č. 1

**V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci vodní páry.**

Poznámka: Hodnocení difúze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

STOP, Teplo 2015

## KOMPLEXNÍ POSOUZENÍ SKLADBY STAVEBNÍ KONSTRUKCE Z HLEDISKA ŠÍŘENÍ TEPLA A VODNÍ PÁRY

podle EN ISO 13788, EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

**Teplo 2015**Název úlohy : **STN3z-Obvodová stěna 400mm**

Zpracovatel : Ing. David Knill

Zakázka :

Datum : 20.01.2016

**ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :**

Typ hodnocené konstrukce : Stěna suterénní

Korekce součinitele prostupu dU : 0.050 W/m2K

**Skladba konstrukce (od interiéru) :**

| Číslo | Název          | D<br>[m] | Lambda<br>[W/(m.K)] | c<br>[J/(kg.K)] | Ro<br>[kg/m3] | Mi<br>[-] | Ma<br>[kg/m2] |
|-------|----------------|----------|---------------------|-----------------|---------------|-----------|---------------|
| 1     | Omítka vápenná | 0,0200   | 0,8700              | 840,0           | 1600,0        | 6,0       | 0.0000        |
| 2     | Zdivo CD 36-tl | 0,3750   | 0,5800              | 960,0           | 1250,0        | 7,0       | 0.0000        |

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

| Číslo | Kompletní název vrstvy        | Interní výpočet tep. vodivosti |
|-------|-------------------------------|--------------------------------|
| 1     | Omítka vápenná                | ---                            |
| 2     | Zdivo CD 36-tl. 360-v. 140 mm | ---                            |

**Okrajové podmínky výpočtu :**

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.13 m2K/W

dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 0.25 m2K/W

Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.00 m2K/W

dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.00 m2K/W

Návrhová venkovní teplota Te : 5.0 C

Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 20.6 C

Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 100.0 %

Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHl : 55.0 %

| Měsíc | Délka [dny] | Tai [C] | RHi [%] | Pi [Pa] | Te [C] | RHe [%] | Pe [Pa] |
|-------|-------------|---------|---------|---------|--------|---------|---------|
| 1     | 31          | 20.6    | 55.1    | 1336.3  | 3.6    | 100.0   | 790.2   |
| 2     | 28          | 20.6    | 57.3    | 1389.6  | 2.7    | 100.0   | 741.4   |
| 3     | 31          | 20.6    | 58.8    | 1426.0  | 3.5    | 100.0   | 784.7   |
| 4     | 30          | 20.6    | 60.7    | 1472.1  | 5.4    | 100.0   | 896.5   |
| 5     | 31          | 20.6    | 64.9    | 1573.9  | 7.8    | 100.0   | 1057.7  |
| 6     | 30          | 20.6    | 68.7    | 1666.1  | 10.3   | 100.0   | 1252.2  |
| 7     | 31          | 20.6    | 70.8    | 1717.0  | 11.9   | 100.0   | 1392.6  |
| 8     | 31          | 20.6    | 70.1    | 1700.0  | 12.7   | 100.0   | 1467.8  |
| 9     | 30          | 20.6    | 65.6    | 1590.9  | 12.4   | 100.0   | 1439.2  |
| 10    | 31          | 20.6    | 61.0    | 1479.4  | 10.6   | 100.0   | 1277.5  |
| 11    | 30          | 20.6    | 58.8    | 1426.0  | 8.1    | 100.0   | 1079.5  |
| 12    | 31          | 20.6    | 57.7    | 1399.3  | 5.4    | 100.0   | 896.5   |

Poznámka: Tai, RHl a Pi jsou prům. měsíční parametry vnitřního vzduchu (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry) a Te, RHe a Pe jsou prům. měsíční parametry v prostředí na vnější straně konstrukce (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry).

Průměrná měsíční venkovní teplota Te byla vypočtena podle čl. 4.2.3 v EN ISO 13788 (vliv tepelné setrvačnosti zeminy).

Pro vnitřní prostředí byla uplatněna přírážka k vnitřní relativní vlhkosti : 5.0 %

Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem podle EN ISO 13788.

Počet hodnocených let : 1

## VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

### Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 0.639 m<sup>2</sup>K/W

Součinitel prostupu tepla konstrukce U : **1.301 W/m<sup>2</sup>K**

Součinitel prostupu zabudované kce U<sub>kc</sub> : 1.32 / 1.35 / 1.40 / 1.50 W/m<sup>2</sup>K

Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou podle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

### Difúzní odpor a tepelně akumulační vlastnosti:

Difúzní odpor konstrukce Z<sub>pT</sub> : 1.4E+0010 m/s

Teplotní útlum konstrukce Ny\* podle EN ISO 13786 : 28.7

Fázový posun teplotního kmitu Psi\* podle EN ISO 13786 : 11.5 h

### Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor podle ČSN 730540 a EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách T<sub>si,p</sub> : 16.21 C

Teplotní faktor v návrhových podmínkách f<sub>Rsi,p</sub> : **0.719**

| Číslo<br>měsíce | Minimální požadované hodnoty při max.<br>rel. vlhkosti na vnitřním povrchu: |                    |                       |                    | Vypočtené<br>hodnoty |                  |                      |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------|--------------------|-----------------------|--------------------|----------------------|------------------|----------------------|
|                 | ----- 80% -----                                                             |                    | ----- 100% -----      |                    |                      |                  |                      |
|                 | T <sub>si,m</sub> [C]                                                       | f <sub>Rsi,m</sub> | T <sub>si,m</sub> [C] | f <sub>Rsi,m</sub> | T <sub>si</sub> [C]  | f <sub>Rsi</sub> | RH <sub>si</sub> [%] |
| 1               | 14.7                                                                        | 0.652              | 11.3                  | 0.452              | 15.8                 | 0.719            | 74.4                 |
| 2               | 15.3                                                                        | 0.704              | 11.9                  | 0.512              | 15.6                 | 0.719            | 78.6                 |
| 3               | 15.7                                                                        | 0.713              | 12.3                  | 0.512              | 15.8                 | 0.719            | 79.5                 |
| 4               | 16.2                                                                        | 0.710              | 12.7                  | 0.483              | 16.3                 | 0.719            | 79.3                 |
| 5               | 17.2                                                                        | 0.738              | 13.8                  | 0.466              | 17.0                 | 0.719            | 81.3                 |
| 6               | 18.2                                                                        | 0.762              | 14.6                  | 0.422              | 17.7                 | 0.719            | 82.3                 |
| 7               | 18.6                                                                        | 0.774              | 15.1                  | 0.369              | 18.2                 | 0.719            | 82.4                 |
| 8               | 18.5                                                                        | 0.731              | 15.0                  | 0.286              | 18.4                 | 0.719            | 80.5                 |
| 9               | 17.4                                                                        | 0.612              | 13.9                  | 0.187              | 18.3                 | 0.719            | 75.7                 |
| 10              | 16.3                                                                        | 0.567              | 12.8                  | 0.222              | 17.8                 | 0.719            | 72.7                 |
| 11              | 15.7                                                                        | 0.608              | 12.3                  | 0.333              | 17.1                 | 0.719            | 73.2                 |
| 12              | 15.4                                                                        | 0.658              | 12.0                  | 0.432              | 16.3                 | 0.719            | 75.4                 |

Poznámka: RH<sub>si</sub> je relativní vlhkost na vnitřním povrchu, T<sub>si</sub> je vnitřní povrchová teplota a f<sub>Rsi</sub> je teplotní faktor.

### Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a částečných tlaků vodní páry v návrhových okrajových podmínkách:

| rozhraní:              | i    | 1-2  | e   |
|------------------------|------|------|-----|
| theta [C]:             | 18.1 | 17.6 | 5.0 |
| p [Pa]:                | 1334 | 1314 | 872 |
| p <sub>sat</sub> [Pa]: | 2071 | 2013 | 872 |

Poznámka: theta je teplota na rozhraní vrstev, p je předpokládaný částečný tlak vodní páry na rozhraní vrstev a p<sub>sat</sub> je částečný tlak nasycené vodní páry na rozhraní vrstev.

**Při venkovní návrhové teplotě nedochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.**

Množství difundující vodní páry G<sub>d</sub> : 3.366E-0008 kg/(m<sup>2</sup>.s)



**Bilance zkondenzované a vypařené vodní páry podle EN ISO 13788:**Roční cyklus č. 1**V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci vodní páry.**

Poznámka: Hodnocení difúze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

**STOP, Teplo 2015**

## KOMPLEXNÍ POSOUZENÍ SKLADBY STAVEBNÍ KONSTRUKCE Z HLEDISKA ŠÍŘENÍ TEPLA A VODNÍ PÁRY

podle EN ISO 13788, EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

**Teplo 2015**Název úlohy : **STN4-Obvodová stěna 300mm**

Zpracovatel : Ing. David Knill

Zakázka :

Datum : 20.01.2016

**ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :**

Typ hodnocené konstrukce : Stěna vnější jednoplášťová

Korekce součinitele prostupu  $dU$  : 0.050 W/m<sup>2</sup>K**Skladba konstrukce (od interiéru) :**

| Číslo | Název          | D<br>[m] | Lambda<br>[W/(m.K)] | c<br>[J/(kg.K)] | Ro<br>[kg/m <sup>3</sup> ] | Mi<br>[-] | Ma<br>[kg/m <sup>2</sup> ] |
|-------|----------------|----------|---------------------|-----------------|----------------------------|-----------|----------------------------|
| 1     | Omítka vápenná | 0,0200   | 0,8700              | 840,0           | 1600,0                     | 6,0       | 0.0000                     |
| 2     | Zdivo CD 36-tl | 0,2900   | 0,5800              | 960,0           | 1250,0                     | 7,0       | 0.0000                     |
| 3     | Omítka vápenoc | 0,0200   | 0,9900              | 790,0           | 2000,0                     | 19,0      | 0.0000                     |

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

| Číslo | Kompletní název vrstvy        | Interní výpočet tep. vodivosti |
|-------|-------------------------------|--------------------------------|
| 1     | Omítka vápenná                | ---                            |
| 2     | Zdivo CD 36-tl. 360-v. 140 mm | ---                            |
| 3     | Omítka vápenocementová        | ---                            |

**Okrajové podmínky výpočtu :**Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru  $R_{si}$  : 0.13 m<sup>2</sup>K/Wdtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty  $R_{si}$  : 0.25 m<sup>2</sup>K/WTepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru  $R_{se}$  : 0.04 m<sup>2</sup>K/Wdtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty  $R_{se}$  : 0.04 m<sup>2</sup>K/WNávrhová venkovní teplota  $T_e$  : -13.0 CNávrhová teplota vnitřního vzduchu  $T_{ai}$  : 20.6 C

Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 84.0 %  
 Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHi : 55.0 %

| Měsíc | Délka [dny] | Tai [C] | RHi [%] | Pi [Pa] | Te [C] | RHe [%] | Pe [Pa] |
|-------|-------------|---------|---------|---------|--------|---------|---------|
| 1     | 31          | 20.6    | 55.1    | 1336.3  | -2.4   | 81.2    | 406.1   |
| 2     | 28          | 20.6    | 57.3    | 1389.6  | -0.9   | 80.8    | 457.9   |
| 3     | 31          | 20.6    | 58.8    | 1426.0  | 3.0    | 79.5    | 602.1   |
| 4     | 30          | 20.6    | 60.7    | 1472.1  | 7.7    | 77.5    | 814.1   |
| 5     | 31          | 20.6    | 64.9    | 1573.9  | 12.7   | 74.5    | 1093.5  |
| 6     | 30          | 20.6    | 68.7    | 1666.1  | 15.9   | 72.0    | 1300.1  |
| 7     | 31          | 20.6    | 70.8    | 1717.0  | 17.5   | 70.4    | 1407.2  |
| 8     | 31          | 20.6    | 70.1    | 1700.0  | 17.0   | 70.9    | 1373.1  |
| 9     | 30          | 20.6    | 65.6    | 1590.9  | 13.3   | 74.1    | 1131.2  |
| 10    | 31          | 20.6    | 61.0    | 1479.4  | 8.3    | 77.1    | 843.7   |
| 11    | 30          | 20.6    | 58.8    | 1426.0  | 2.9    | 79.5    | 597.9   |
| 12    | 31          | 20.6    | 57.7    | 1399.3  | -0.6   | 80.7    | 468.9   |

Poznámka: Tai, RHi a Pi jsou prům. měsíční parametry vnitřního vzduchu (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry) a Te, RHe a Pe jsou prům. měsíční parametry v prostředí na vnější straně konstrukce (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry).

Pro vnitřní prostředí byla uplatněna přírážka k vnitřní relativní vlhkosti : 5.0 %

Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem podle EN ISO 13788.

Počet hodnocených let : 1

## VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

### Teplotní odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Teplotní odpor konstrukce R : 0.519 m<sup>2</sup>K/W

Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 1.452 W/m<sup>2</sup>K

Součinitel prostupu zabudované kce U<sub>k</sub> : 1.47 / 1.50 / 1.55 / 1.65 W/m<sup>2</sup>K

Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou podle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

### Difúzní odpor a tepelně akumulční vlastnosti:

Difúzní odpor konstrukce ZpT : 1.3E+0010 m/s

Teplotní útlum konstrukce Ny\* podle EN ISO 13786 : 18.7

Fázový posun teplotního kmitu Psi\* podle EN ISO 13786 : 9.9 h

### Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor podle ČSN 730540 a EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách Tsi,p : 10.21 C

Teplotní faktor v návrhových podmínkách f<sub>Rsi,p</sub> : 0.691

Číslo měsíce Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:

Vypočtené hodnoty

|    | ----- 80% ----- |                    | ----- 100% ----- |                    |        |                  |         |
|----|-----------------|--------------------|------------------|--------------------|--------|------------------|---------|
|    | Tsi,m[C]        | f <sub>Rsi,m</sub> | Tsi,m[C]         | f <sub>Rsi,m</sub> | Tsi[C] | f <sub>Rsi</sub> | RHsi[%] |
| 1  | 14.7            | 0.743              | 11.3             | 0.595              | 13.5   | 0.691            | 86.5    |
| 2  | 15.3            | 0.753              | 11.9             | 0.594              | 14.0   | 0.691            | 87.2    |
| 3  | 15.7            | 0.721              | 12.3             | 0.526              | 15.2   | 0.691            | 82.8    |
| 4  | 16.2            | 0.659              | 12.7             | 0.391              | 16.6   | 0.691            | 77.9    |
| 5  | 17.2            | 0.576              | 13.8             | 0.135              | 18.2   | 0.691            | 75.5    |
| 6  | 18.2            | 0.479              | 14.6             | -----              | 19.1   | 0.691            | 75.2    |
| 7  | 18.6            | 0.365              | 15.1             | -----              | 19.6   | 0.691            | 75.1    |
| 8  | 18.5            | 0.409              | 15.0             | -----              | 19.5   | 0.691            | 75.1    |
| 9  | 17.4            | 0.564              | 13.9             | 0.087              | 18.3   | 0.691            | 75.5    |
| 10 | 16.3            | 0.648              | 12.8             | 0.367              | 16.8   | 0.691            | 77.4    |

|    |      |       |      |       |      |       |      |
|----|------|-------|------|-------|------|-------|------|
| 11 | 15.7 | 0.723 | 12.3 | 0.529 | 15.1 | 0.691 | 83.0 |
| 12 | 15.4 | 0.755 | 12.0 | 0.593 | 14.0 | 0.691 | 87.3 |

Poznámka: RHsi je relativní vlhkost na vnitřním povrchu, Tsi je vnitřní povrchová teplota a f,Rsi je teplotní faktor.

### Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a částečných tlaků vodní páry v návrhových okrajových podmínkách:

| rozhraní:   | i    | 1-2  | 2-3   | e     |
|-------------|------|------|-------|-------|
| theta [C]:  | 14.5 | 13.4 | -10.2 | -11.1 |
| p [Pa]:     | 1334 | 1278 | 342   | 166   |
| p,sat [Pa]: | 1648 | 1536 | 256   | 235   |

Poznámka: theta je teplota na rozhraní vrstev, p je předpokládaný částečný tlak vodní páry na rozhraní vrstev a p,sat je částečný tlak nasycené vodní páry na rozhraní vrstev.

Při venkovní návrhové teplotě dochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.

| Kond.zóna<br>číslo | Hranice kondenzační zóny<br>levá [m] | pravá [m] | Kondenzující množství<br>vodní páry [kg/(m2s)] |
|--------------------|--------------------------------------|-----------|------------------------------------------------|
| 1                  | 0.1665                               | 0.3100    | 6.715E-0008                                    |

### Roční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry:

Množství zkondenzované vodní páry za rok Mc,a: **0.0784 kg/(m2.rok)**

Množství vypařitelné vodní páry za rok Mev,a: **4.6761 kg/(m2.rok)**

Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než 0.0 C.

### Bilance zkondenzované a vypařené vodní páry podle EN ISO 13788:

Roční cyklus č. 1

**V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci vodní páry.**

Poznámka: Hodnocení difúze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

**STOP, Teplo 2015**

## KOMPLEXNÍ POSOUZENÍ SKLADBY STAVEBNÍ KONSTRUKCE Z HLEDISKA ŠÍŘENÍ TEPLA A VODNÍ PÁRY

podle EN ISO 13788, EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

**Teplo 2015**

Název úlohy : **STN5-Obvodová stěna 300mm (sokl)**

Zpracovatel : Ing. David Knill

Zakázka :

Datum : 20.01.2016

### ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Stěna vnější jednoplášťová

Korekce součinitele prostupu  $dU$  : 0.050 W/m<sup>2</sup>K

### Skladba konstrukce (od interiéru) :

| Číslo | Název          | D<br>[m] | Lambda<br>[W/(m.K)] | c<br>[J/(kg.K)] | Ro<br>[kg/m <sup>3</sup> ] | Mi<br>[-] | Ma<br>[kg/m <sup>2</sup> ] |
|-------|----------------|----------|---------------------|-----------------|----------------------------|-----------|----------------------------|
| 1     | Omítka vápenná | 0,0200   | 0,8700              | 840,0           | 1600,0                     | 6,0       | 0.0000                     |
| 2     | Zdivo CD 36-tl | 0,2900   | 0,5800              | 960,0           | 1250,0                     | 7,0       | 0.0000                     |
| 3     | Omítka vápenoc | 0,0200   | 0,9900              | 790,0           | 2000,0                     | 19,0      | 0.0000                     |

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

| Číslo | Kompletní název vrstvy        | Interní výpočet tep. vodivosti |
|-------|-------------------------------|--------------------------------|
| 1     | Omítka vápenná                | ---                            |
| 2     | Zdivo CD 36-tl. 360-v. 140 mm | ---                            |
| 3     | Omítka vápenocementová        | ---                            |

### Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru  $R_{si}$  : 0.13 m<sup>2</sup>K/W  
 dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty  $R_{si}$  : 0.25 m<sup>2</sup>K/W  
 Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru  $R_{se}$  : 0.04 m<sup>2</sup>K/W  
 dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty  $R_{se}$  : 0.04 m<sup>2</sup>K/W

Návrhová venkovní teplota  $T_e$  : -13.0 C  
 Návrhová teplota vnitřního vzduchu  $T_{ai}$  : 20.6 C  
 Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu  $R_{He}$  : 84.0 %  
 Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu  $R_{Hi}$  : 55.0 %

| Měsíc | Délka [dny] | $T_{ai}$ [C] | $R_{Hi}$ [%] | $P_i$ [Pa] | $T_e$ [C] | $R_{He}$ [%] | $P_e$ [Pa] |
|-------|-------------|--------------|--------------|------------|-----------|--------------|------------|
| 1     | 31          | 20.6         | 55.1         | 1336.3     | -2.4      | 81.2         | 406.1      |
| 2     | 28          | 20.6         | 57.3         | 1389.6     | -0.9      | 80.8         | 457.9      |
| 3     | 31          | 20.6         | 58.8         | 1426.0     | 3.0       | 79.5         | 602.1      |
| 4     | 30          | 20.6         | 60.7         | 1472.1     | 7.7       | 77.5         | 814.1      |
| 5     | 31          | 20.6         | 64.9         | 1573.9     | 12.7      | 74.5         | 1093.5     |
| 6     | 30          | 20.6         | 68.7         | 1666.1     | 15.9      | 72.0         | 1300.1     |
| 7     | 31          | 20.6         | 70.8         | 1717.0     | 17.5      | 70.4         | 1407.2     |
| 8     | 31          | 20.6         | 70.1         | 1700.0     | 17.0      | 70.9         | 1373.1     |
| 9     | 30          | 20.6         | 65.6         | 1590.9     | 13.3      | 74.1         | 1131.2     |
| 10    | 31          | 20.6         | 61.0         | 1479.4     | 8.3       | 77.1         | 843.7      |
| 11    | 30          | 20.6         | 58.8         | 1426.0     | 2.9       | 79.5         | 597.9      |
| 12    | 31          | 20.6         | 57.7         | 1399.3     | -0.6      | 80.7         | 468.9      |

Poznámka:  $T_{ai}$ ,  $R_{Hi}$  a  $P_i$  jsou prům. měsíční parametry vnitřního vzduchu (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry) a  $T_e$ ,  $R_{He}$  a  $P_e$  jsou prům. měsíční parametry v prostředí na vnější straně konstrukce (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry).

Pro vnitřní prostředí byla uplatněna přírážka k vnitřní relativní vlhkosti : 5.0 %

Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem podle EN ISO 13788.

Počet hodnocených let : 1

## **VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :**

### Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce  $R$  : 0.519 m<sup>2</sup>K/W  
 Součinitel prostupu tepla konstrukce  $U$  : 1.452 W/m<sup>2</sup>K

Součinitel prostupu zabudované kce  $U_{kc}$  : 1.47 / 1.50 / 1.55 / 1.65 W/m<sup>2</sup>K

Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou podle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

**Difúzní odpor a tepelně akumulační vlastnosti:**Difuzní odpor konstrukce  $Z_{pT}$  : 1.3E+0010 m/sTeplotní útlum konstrukce  $N_y^*$  podle EN ISO 13786 : 18.7Fázový posun teplotního kmitu  $\Psi_{si}^*$  podle EN ISO 13786 : 9.9 h**Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor podle ČSN 730540 a EN ISO 13788:**Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách  $T_{si,p}$  : 10.21 CTeplotní faktor v návrhových podmínkách  $f_{Rsi,p}$  : **0.691**

| Číslo<br>měsíce | Minimální požadované hodnoty při max.<br>rel. vlhkosti na vnitřním povrchu: |             |                  |             | Vypočtené<br>hodnoty |           |              |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------|-------------|------------------|-------------|----------------------|-----------|--------------|
|                 | ----- 80% -----                                                             |             | ----- 100% ----- |             |                      |           |              |
|                 | $T_{si,m}[C]$                                                               | $f_{Rsi,m}$ | $T_{si,m}[C]$    | $f_{Rsi,m}$ | $T_{si}[C]$          | $f_{Rsi}$ | $RH_{si}[%]$ |
| 1               | 14.7                                                                        | 0.743       | 11.3             | 0.595       | 13.5                 | 0.691     | 86.5         |
| 2               | 15.3                                                                        | 0.753       | 11.9             | 0.594       | 14.0                 | 0.691     | 87.2         |
| 3               | 15.7                                                                        | 0.721       | 12.3             | 0.526       | 15.2                 | 0.691     | 82.8         |
| 4               | 16.2                                                                        | 0.659       | 12.7             | 0.391       | 16.6                 | 0.691     | 77.9         |
| 5               | 17.2                                                                        | 0.576       | 13.8             | 0.135       | 18.2                 | 0.691     | 75.5         |
| 6               | 18.2                                                                        | 0.479       | 14.6             | -----       | 19.1                 | 0.691     | 75.2         |
| 7               | 18.6                                                                        | 0.365       | 15.1             | -----       | 19.6                 | 0.691     | 75.1         |
| 8               | 18.5                                                                        | 0.409       | 15.0             | -----       | 19.5                 | 0.691     | 75.1         |
| 9               | 17.4                                                                        | 0.564       | 13.9             | 0.087       | 18.3                 | 0.691     | 75.5         |
| 10              | 16.3                                                                        | 0.648       | 12.8             | 0.367       | 16.8                 | 0.691     | 77.4         |
| 11              | 15.7                                                                        | 0.723       | 12.3             | 0.529       | 15.1                 | 0.691     | 83.0         |
| 12              | 15.4                                                                        | 0.755       | 12.0             | 0.593       | 14.0                 | 0.691     | 87.3         |

Poznámka:  $RH_{si}$  je relativní vlhkost na vnitřním povrchu,  $T_{si}$  je vnitřní povrchová teplota a  $f_{Rsi}$  je teplotní faktor.**Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540:  
(bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)**

Průběh teplot a částečných tlaků vodní páry v návrhových okrajových podmínkách:

| rozhraní:   | i    | 1-2  | 2-3   | e     |
|-------------|------|------|-------|-------|
| theta [C]:  | 14.5 | 13.4 | -10.2 | -11.1 |
| p [Pa]:     | 1334 | 1278 | 342   | 166   |
| p,sat [Pa]: | 1648 | 1536 | 256   | 235   |

Poznámka: theta je teplota na rozhraní vrstev, p je předpokládaný částečný tlak vodní páry na rozhraní vrstev a p,sat je částečný tlak nasycené vodní páry na rozhraní vrstev.

Při venkovní návrhové teplotě dochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.

| Kond.zóna<br>číslo | Hranice kondenzační zóny<br>levá [m] | pravá [m] | Kondenzující množství<br>vodní páry [kg/(m2s)] |
|--------------------|--------------------------------------|-----------|------------------------------------------------|
| 1                  | 0.1665                               | 0.3100    | 6.715E-0008                                    |

**Roční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry:**Množství zkondenzované vodní páry za rok  $M_{c,a}$ : **0.0784 kg/(m2.rok)**Množství vypařitelné vodní páry za rok  $M_{ev,a}$ : **4.6761 kg/(m2.rok)**

Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než 0.0 C.

**Bilance zkondenzované a vypařené vodní páry podle EN ISO 13788:**Roční cyklus č. 1**V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci vodní páry.**

Poznámka: Hodnocení difúze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

STOP, Teplo 2015

## KOMPLEXNÍ POSOUZENÍ SKLADBY STAVEBNÍ KONSTRUKCE Z HLEDISKA ŠÍŘENÍ TEPLA A VODNÍ PÁRY

podle EN ISO 13788, EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

Teplo 2015

Název úlohy : **STN6-Obvodová stěna 500mm**

Zpracovatel : Ing. David Knill

Zakázka :

Datum : 20.01.2016

### ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Stěna vnější jednoplášťová

Korekce součinitele prostupu dU : 0.050 W/m<sup>2</sup>K

#### Skladba konstrukce (od interiéru) :

| Číslo | Název          | D<br>[m] | Lambda<br>[W/(m.K)] | c<br>[J/(kg.K)] | Ro<br>[kg/m <sup>3</sup> ] | Mi<br>[-] | Ma<br>[kg/m <sup>2</sup> ] |
|-------|----------------|----------|---------------------|-----------------|----------------------------|-----------|----------------------------|
| 1     | Omítka vápenná | 0,0200   | 0,8700              | 840,0           | 1600,0                     | 6,0       | 0.0000                     |
| 2     | Zdivo CD 36-tl | 0,5000   | 0,5800              | 960,0           | 1250,0                     | 7,0       | 0.0000                     |
| 3     | Omítka vápenoc | 0,0200   | 0,9900              | 790,0           | 2000,0                     | 19,0      | 0.0000                     |

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

| Číslo | Kompletní název vrstvy        | Interní výpočet tep. vodivosti |
|-------|-------------------------------|--------------------------------|
| 1     | Omítka vápenná                | ---                            |
| 2     | Zdivo CD 36-tl. 360-v. 140 mm | ---                            |
| 3     | Omítka vápenocementová        | ---                            |

#### Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.13 m<sup>2</sup>K/Wdtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 0.25 m<sup>2</sup>K/WTepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.04 m<sup>2</sup>K/Wdtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.04 m<sup>2</sup>K/W

Návrhová venkovní teplota Te : -13.0 C

Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 20.6 C

Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 84.0 %

Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RH<sub>i</sub> : 55.0 %

| Měsíc | Délka [dny] | Tai [C] | RHi [%] | Pi [Pa] | Te [C] | RHe [%] | Pe [Pa] |
|-------|-------------|---------|---------|---------|--------|---------|---------|
| 1     | 31          | 20.6    | 55.1    | 1336.3  | -2.4   | 81.2    | 406.1   |
| 2     | 28          | 20.6    | 57.3    | 1389.6  | -0.9   | 80.8    | 457.9   |
| 3     | 31          | 20.6    | 58.8    | 1426.0  | 3.0    | 79.5    | 602.1   |
| 4     | 30          | 20.6    | 60.7    | 1472.1  | 7.7    | 77.5    | 814.1   |
| 5     | 31          | 20.6    | 64.9    | 1573.9  | 12.7   | 74.5    | 1093.5  |

|    |    |      |      |        |      |      |        |
|----|----|------|------|--------|------|------|--------|
| 6  | 30 | 20.6 | 68.7 | 1666.1 | 15.9 | 72.0 | 1300.1 |
| 7  | 31 | 20.6 | 70.8 | 1717.0 | 17.5 | 70.4 | 1407.2 |
| 8  | 31 | 20.6 | 70.1 | 1700.0 | 17.0 | 70.9 | 1373.1 |
| 9  | 30 | 20.6 | 65.6 | 1590.9 | 13.3 | 74.1 | 1131.2 |
| 10 | 31 | 20.6 | 61.0 | 1479.4 | 8.3  | 77.1 | 843.7  |
| 11 | 30 | 20.6 | 58.8 | 1426.0 | 2.9  | 79.5 | 597.9  |
| 12 | 31 | 20.6 | 57.7 | 1399.3 | -0.6 | 80.7 | 468.9  |

Poznámka:  $T_{ai}$ ,  $RH_i$  a  $P_i$  jsou prům. měsíční parametry vnitřního vzduchu (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry) a  $T_e$ ,  $RH_e$  a  $P_e$  jsou prům. měsíční parametry v prostředí na vnější straně konstrukce (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry).

Pro vnitřní prostředí byla uplatněna přírážka k vnitřní relativní vlhkosti : 5.0 %

Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem podle EN ISO 13788.

Počet hodnocených let : 1

## VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

### Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 0.850 m<sup>2</sup>K/W  
 Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.980 W/m<sup>2</sup>K

Součinitel prostupu zabudované kce U<sub>k</sub> : 1.00 / 1.03 / 1.08 / 1.18 W/m<sup>2</sup>K

Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou podle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

### Difúzní odpor a tepelně akumulční vlastnosti:

Difúzní odpor konstrukce Z<sub>pT</sub> : 2.1E+0010 m/s

Teplotní útlum konstrukce Ny\* podle EN ISO 13786 : 115.6

Fázový posun teplotního kmitu Psi\* podle EN ISO 13786 : 16.9 h

### Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor podle ČSN 730540 a EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách T<sub>si,p</sub> : 13.23 C

Teplotní faktor v návrhových podmínkách f<sub>Rsi,p</sub> : 0.781

| Číslo<br>měsíce | Minimální požadované hodnoty při max.<br>rel. vlhkosti na vnitřním povrchu: |                     |                       |                     | Vypočtené<br>hodnoty |                  |                      |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------|---------------------|-----------------------|---------------------|----------------------|------------------|----------------------|
|                 | ----- 80% -----                                                             |                     | ----- 100% -----      |                     | T <sub>si</sub> [C]  | f <sub>Rsi</sub> | RH <sub>si</sub> [%] |
|                 | T <sub>si</sub> ,m[C]                                                       | f <sub>Rsi</sub> ,m | T <sub>si</sub> ,m[C] | f <sub>Rsi</sub> ,m |                      |                  |                      |
| 1               | 14.7                                                                        | 0.743               | 11.3                  | 0.595               | 15.6                 | 0.781            | 75.6                 |
| 2               | 15.3                                                                        | 0.753               | 11.9                  | 0.594               | 15.9                 | 0.781            | 77.0                 |
| 3               | 15.7                                                                        | 0.721               | 12.3                  | 0.526               | 16.7                 | 0.781            | 74.8                 |
| 4               | 16.2                                                                        | 0.659               | 12.7                  | 0.391               | 17.8                 | 0.781            | 72.4                 |
| 5               | 17.2                                                                        | 0.576               | 13.8                  | 0.135               | 18.9                 | 0.781            | 72.3                 |
| 6               | 18.2                                                                        | 0.479               | 14.6                  | -----               | 19.6                 | 0.781            | 73.2                 |
| 7               | 18.6                                                                        | 0.365               | 15.1                  | -----               | 19.9                 | 0.781            | 73.8                 |
| 8               | 18.5                                                                        | 0.409               | 15.0                  | -----               | 19.8                 | 0.781            | 73.6                 |
| 9               | 17.4                                                                        | 0.564               | 13.9                  | 0.087               | 19.0                 | 0.781            | 72.4                 |
| 10              | 16.3                                                                        | 0.648               | 12.8                  | 0.367               | 17.9                 | 0.781            | 72.2                 |
| 11              | 15.7                                                                        | 0.723               | 12.3                  | 0.529               | 16.7                 | 0.781            | 75.0                 |
| 12              | 15.4                                                                        | 0.755               | 12.0                  | 0.593               | 16.0                 | 0.781            | 77.2                 |

Poznámka: RH<sub>si</sub> je relativní vlhkost na vnitřním povrchu, T<sub>si</sub> je vnitřní povrchová teplota a f<sub>Rsi</sub> je teplotní faktor.

### Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a částečných tlaků vodní páry v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní: i 1-2 2-3 e

theta [C]: 16.5 15.8 -11.1 -11.8  
 p [Pa]: 1334 1299 277 166  
 p,sat [Pa]: 1881 1796 235 222

Poznámka: theta je teplota na rozhraní vrstev, p je předpokládaný částečný tlak vodní páry na rozhraní vrstev a p,sat je částečný tlak nasycené vodní páry na rozhraní vrstev.

Při venkovní návrhové teplotě dochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.

| Kond.zóna<br>číslo | Hranice<br>levá | kondenzační zóna<br>[m] | pravá  | Kondenzující množství<br>vodní páry [kg/(m2s)] |
|--------------------|-----------------|-------------------------|--------|------------------------------------------------|
| 1                  | 0.3505          |                         | 0.4995 | 3.165E-0008                                    |

#### Roční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry:

Množství zkondenzované vodní páry za rok  $M_{c,a}$ : **0.0337 kg/(m2.rok)**

Množství vypařitelné vodní páry za rok  $M_{ev,a}$ : **2.9465 kg/(m2.rok)**

Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než -5.0 C.

#### Bilance zkondenzované a vypařené vodní páry podle EN ISO 13788:

Roční cyklus č. 1

**V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci vodní páry.**

Poznámka: Hodnocení difúze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

**STOP, Teplota 2015**

## KOMPLEXNÍ POSOUZENÍ SKLADBY STAVEBNÍ KONSTRUKCE Z HLEDISKA ŠÍŘENÍ TEPLA A VODNÍ PÁRY

podle EN ISO 13788, EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

**Teplota 2015**

Název úlohy : **STN7-Obvodová stěna 450mm**

Zpracovatel : Ing. David Knill

Zakázka :

Datum : 20.01.2016

#### ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Stěna vnější jednoplášťová  
 Korekce součinitele prostupu dU : 0.050 W/m2K

#### Skladba konstrukce (od interiéru) :

| Číslo | Název          | D<br>[m] | Lambda<br>[W/(m.K)] | c<br>[J/(kg.K)] | Ro<br>[kg/m3] | Mi<br>[-] | Ma<br>[kg/m2] |
|-------|----------------|----------|---------------------|-----------------|---------------|-----------|---------------|
| 1     | Omítka vápenná | 0,0200   | 0,8700              | 840,0           | 1600,0        | 6,0       | 0.0000        |
| 2     | Plynosilikát 3 | 0,4500   | 0,2300              | 840,0           | 680,0         | 10,0      | 0.0000        |
| 3     | Omítka vápenoc | 0,0200   | 0,9900              | 790,0           | 2000,0        | 19,0      | 0.0000        |



Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

| Číslo | Kompletní název vrstvy | Interní výpočet tep. vodivosti |
|-------|------------------------|--------------------------------|
| 1     | Omítka vápenná         | ---                            |
| 2     | Plynosilikát 3         | ---                            |
| 3     | Omítka vápenocementová | ---                            |

### Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.13 m<sup>2</sup>K/W  
 dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 0.25 m<sup>2</sup>K/W  
 Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.04 m<sup>2</sup>K/W  
 dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.04 m<sup>2</sup>K/W

Návrhová venkovní teplota Te : -13.0 C  
 Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 20.6 C  
 Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 84.0 %  
 Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RH<sub>i</sub> : 55.0 %

| Měsíc | Délka [dny] | Tai [C] | RHi [%] | Pi [Pa] | Te [C] | RHe [%] | Pe [Pa] |
|-------|-------------|---------|---------|---------|--------|---------|---------|
| 1     | 31          | 20.6    | 55.1    | 1336.3  | -2.4   | 81.2    | 406.1   |
| 2     | 28          | 20.6    | 57.3    | 1389.6  | -0.9   | 80.8    | 457.9   |
| 3     | 31          | 20.6    | 58.8    | 1426.0  | 3.0    | 79.5    | 602.1   |
| 4     | 30          | 20.6    | 60.7    | 1472.1  | 7.7    | 77.5    | 814.1   |
| 5     | 31          | 20.6    | 64.9    | 1573.9  | 12.7   | 74.5    | 1093.5  |
| 6     | 30          | 20.6    | 68.7    | 1666.1  | 15.9   | 72.0    | 1300.1  |
| 7     | 31          | 20.6    | 70.8    | 1717.0  | 17.5   | 70.4    | 1407.2  |
| 8     | 31          | 20.6    | 70.1    | 1700.0  | 17.0   | 70.9    | 1373.1  |
| 9     | 30          | 20.6    | 65.6    | 1590.9  | 13.3   | 74.1    | 1131.2  |
| 10    | 31          | 20.6    | 61.0    | 1479.4  | 8.3    | 77.1    | 843.7   |
| 11    | 30          | 20.6    | 58.8    | 1426.0  | 2.9    | 79.5    | 597.9   |
| 12    | 31          | 20.6    | 57.7    | 1399.3  | -0.6   | 80.7    | 468.9   |

Poznámka: Tai, RH<sub>i</sub> a Pi jsou prům. měsíční parametry vnitřního vzduchu (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry) a Te, RHe a Pe jsou prům. měsíční parametry v prostředí na vnější straně konstrukce (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry).

Pro vnitřní prostředí byla uplatněna přírážka k vnitřní relativní vlhkosti : 5.0 %

Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem podle EN ISO 13788.

Počet hodnocených let : 1

## **VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :**

### Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 1.787 m<sup>2</sup>K/W  
 Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.511 W/m<sup>2</sup>K

Součinitel prostupu zabudované kce U<sub>k</sub> : 0.53 / 0.56 / 0.61 / 0.71 W/m<sup>2</sup>K  
 Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou podle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

### Difúzní odpor a tepelně akumulační vlastnosti:

Difúzní odpor konstrukce ZpT : 2.7E+0010 m/s

Teplotní útlum konstrukce Ny\* podle EN ISO 13786 : 151.5  
 Fázový posun teplotního kmitu Psi\* podle EN ISO 13786 : 15.8 h

### Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor podle ČSN 730540 a EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách  $T_{si,p}$  : 16.56 C  
 Teplotní faktor v návrhových podmínkách  $f_{Rsi,p}$  : 0.880

| Číslo<br>měsíce | Minimální požadované hodnoty při max.<br>rel. vlhkosti na vnitřním povrchu: |             |                  |             | Vypočtené<br>hodnoty |           |              |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------|-------------|------------------|-------------|----------------------|-----------|--------------|
|                 | ----- 80% -----                                                             |             | ----- 100% ----- |             | $T_{si}[C]$          | $f_{Rsi}$ | $RH_{si}[%]$ |
|                 | $T_{si},m[C]$                                                               | $f_{Rsi},m$ | $T_{si},m[C]$    | $f_{Rsi},m$ |                      |           |              |
| 1               | 14.7                                                                        | 0.743       | 11.3             | 0.595       | 17.8                 | 0.880     | 65.5         |
| 2               | 15.3                                                                        | 0.753       | 11.9             | 0.594       | 18.0                 | 0.880     | 67.3         |
| 3               | 15.7                                                                        | 0.721       | 12.3             | 0.526       | 18.5                 | 0.880     | 67.1         |
| 4               | 16.2                                                                        | 0.659       | 12.7             | 0.391       | 19.0                 | 0.880     | 66.8         |
| 5               | 17.2                                                                        | 0.576       | 13.8             | 0.135       | 19.6                 | 0.880     | 68.8         |
| 6               | 18.2                                                                        | 0.479       | 14.6             | -----       | 20.0                 | 0.880     | 71.1         |
| 7               | 18.6                                                                        | 0.365       | 15.1             | -----       | 20.2                 | 0.880     | 72.4         |
| 8               | 18.5                                                                        | 0.409       | 15.0             | -----       | 20.2                 | 0.880     | 72.0         |
| 9               | 17.4                                                                        | 0.564       | 13.9             | 0.087       | 19.7                 | 0.880     | 69.3         |
| 10              | 16.3                                                                        | 0.648       | 12.8             | 0.367       | 19.1                 | 0.880     | 66.9         |
| 11              | 15.7                                                                        | 0.723       | 12.3             | 0.529       | 18.5                 | 0.880     | 67.1         |
| 12              | 15.4                                                                        | 0.755       | 12.0             | 0.593       | 18.0                 | 0.880     | 67.6         |

Poznámka:  $RH_{si}$  je relativní vlhkost na vnitřním povrchu,  $T_{si}$  je vnitřní povrchová teplota a  $f_{Rsi}$  je teplotní faktor.

### Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a částečných tlaků vodní páry v návrhových okrajových podmínkách:

| rozhraní:   | i    | 1-2  | 2-3   | e     |
|-------------|------|------|-------|-------|
| theta [C]:  | 18.6 | 18.2 | -12.1 | -12.4 |
| p [Pa]:     | 1334 | 1306 | 255   | 166   |
| p,sat [Pa]: | 2140 | 2093 | 215   | 209   |

Poznámka: theta je teplota na rozhraní vrstev, p je předpokládaný částečný tlak vodní páry na rozhraní vrstev a p,sat je částečný tlak nasycené vodní páry na rozhraní vrstev.

Při venkovní návrhové teplotě dochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.

| Kond.zóna<br>číslo | Hranice kondenzační zóny<br>levá [m] | pravá [m] | Kondenzující množství<br>vodní páry [kg/(m2s)] |
|--------------------|--------------------------------------|-----------|------------------------------------------------|
| 1                  | 0.3434                               | 0.4700    | 2.659E-0008                                    |

Roční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry:

Množství zkondenzované vodní páry za rok  $M_{c,a}$ : 0.0286 kg/(m2.rok)

Množství vypařitelné vodní páry za rok  $M_{ev,a}$ : 2.6780 kg/(m2.rok)

Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než -5.0 C.

### Bilance zkondenzované a vypařené vodní páry podle EN ISO 13788:

Roční cyklus č. 1

**V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci vodní páry.**

Poznámka: Hodnocení difúze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

STOP, Teplo 2015

# KONSTRUKCE Z HLEDISKA ŠÍŘENÍ TEPLA A VODNÍ PÁRY

podle EN ISO 13788, EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

**Teplo 2015**

Název úlohy : **STN8-Obvodový plášť haly**

Zpracovatel : Ing. David Knill

Zakázka :

Datum : 20.01.2016

## ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Stěna vnější jednoplášťová  
Korekce součinitele prostupu dU : 0.050 W/m<sup>2</sup>K

### Skladba konstrukce (od interiéru) :

| Číslo | Název           | D<br>[m] | Lambda<br>[W/(m.K)] | c<br>[J/(kg.K)] | Ro<br>[kg/m <sup>3</sup> ] | Mi<br>[-] | Ma<br>[kg/m <sup>2</sup> ] |
|-------|-----------------|----------|---------------------|-----------------|----------------------------|-----------|----------------------------|
| 1     | Pěnový polysty  | 0,0500   | 0,0440              | 1270,0          | 20,0                       | 50,0      | 0.0000                     |
| 2     | Minerální plst' | 0,0700   | 0,0560              | 880,0           | 100,0                      | 1,1       | 0.0000                     |

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

| Číslo | Kompletní název vrstvy             | Interní výpočet tep. vodivosti |
|-------|------------------------------------|--------------------------------|
| 1     | Pěnový polystyren 2 (do roku 2003) | ---                            |
| 2     | Minerální plst' 1 (do roku 2003)   | ---                            |

### Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.13 m<sup>2</sup>K/W  
 dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 0.25 m<sup>2</sup>K/W  
 Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.04 m<sup>2</sup>K/W  
 dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.04 m<sup>2</sup>K/W

Návrhová venkovní teplota Te : -13.0 C  
 Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 20.6 C  
 Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 84.0 %  
 Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHl : 55.0 %

| Měsíc | Délka [dny] | Tai [C] | RHi [%] | Pi [Pa] | Te [C] | RHe [%] | Pe [Pa] |
|-------|-------------|---------|---------|---------|--------|---------|---------|
| 1     | 31          | 20.6    | 55.1    | 1336.3  | -2.4   | 81.2    | 406.1   |
| 2     | 28          | 20.6    | 57.3    | 1389.6  | -0.9   | 80.8    | 457.9   |
| 3     | 31          | 20.6    | 58.8    | 1426.0  | 3.0    | 79.5    | 602.1   |
| 4     | 30          | 20.6    | 60.7    | 1472.1  | 7.7    | 77.5    | 814.1   |
| 5     | 31          | 20.6    | 64.9    | 1573.9  | 12.7   | 74.5    | 1093.5  |
| 6     | 30          | 20.6    | 68.7    | 1666.1  | 15.9   | 72.0    | 1300.1  |
| 7     | 31          | 20.6    | 70.8    | 1717.0  | 17.5   | 70.4    | 1407.2  |
| 8     | 31          | 20.6    | 70.1    | 1700.0  | 17.0   | 70.9    | 1373.1  |
| 9     | 30          | 20.6    | 65.6    | 1590.9  | 13.3   | 74.1    | 1131.2  |
| 10    | 31          | 20.6    | 61.0    | 1479.4  | 8.3    | 77.1    | 843.7   |
| 11    | 30          | 20.6    | 58.8    | 1426.0  | 2.9    | 79.5    | 597.9   |
| 12    | 31          | 20.6    | 57.7    | 1399.3  | -0.6   | 80.7    | 468.9   |

Poznámka: Tai, RHl a Pi jsou prům. měsíční parametry vnitřního vzduchu (teplota, relativní vlhkost)

a částečný tlak vodní páry) a  $T_e$ ,  $R_{He}$  a  $P_e$  jsou prům. měsíční parametry v prostředí na vnější straně konstrukce (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry).

Pro vnitřní prostředí byla uplatněna přírážka k vnitřní relativní vlhkosti : 5.0 %

Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem podle EN ISO 13788.

Počet hodnocených let : 1

## VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

### Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 2.097 m<sup>2</sup>K/W  
 Součinitel prostupu tepla konstrukce U : **0.441 W/m<sup>2</sup>K**

Součinitel prostupu zabudované kce U<sub>k,c</sub> : 0.46 / 0.49 / 0.54 / 0.64 W/m<sup>2</sup>K

Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou podle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

### Difúzní odpor a tepelně akumulční vlastnosti:

Difúzní odpor konstrukce Z<sub>pT</sub> : 1.3E+0010 m/s

Teplotní útlum konstrukce N<sub>y</sub>\* podle EN ISO 13786 : 19.9

Fázový posun teplotního kmitu Psi\* podle EN ISO 13786 : 0.9 h

### Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor podle ČSN 730540 a EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách T<sub>si,p</sub> : 17.08 C

Teplotní faktor v návrhových podmínkách f<sub>Rsi,p</sub> : **0.895**

| Číslo<br>měsíce | Minimální požadované hodnoty při max.<br>rel. vlhkosti na vnitřním povrchu: |                    |                       |                    | Vypočtené<br>hodnoty |                  |                      |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------|--------------------|-----------------------|--------------------|----------------------|------------------|----------------------|
|                 | ----- 80% -----                                                             |                    | ----- 100% -----      |                    |                      |                  |                      |
|                 | T <sub>si,m</sub> [C]                                                       | f <sub>Rsi,m</sub> | T <sub>si,m</sub> [C] | f <sub>Rsi,m</sub> | T <sub>si</sub> [C]  | f <sub>Rsi</sub> | RH <sub>si</sub> [%] |
| 1               | 14.7                                                                        | 0.743              | 11.3                  | 0.595              | 18.2                 | 0.895            | 64.0                 |
| 2               | 15.3                                                                        | 0.753              | 11.9                  | 0.594              | 18.3                 | 0.895            | 65.9                 |
| 3               | 15.7                                                                        | 0.721              | 12.3                  | 0.526              | 18.8                 | 0.895            | 65.9                 |
| 4               | 16.2                                                                        | 0.659              | 12.7                  | 0.391              | 19.2                 | 0.895            | 66.0                 |
| 5               | 17.2                                                                        | 0.576              | 13.8                  | 0.135              | 19.8                 | 0.895            | 68.3                 |
| 6               | 18.2                                                                        | 0.479              | 14.6                  | -----              | 20.1                 | 0.895            | 70.8                 |
| 7               | 18.6                                                                        | 0.365              | 15.1                  | -----              | 20.3                 | 0.895            | 72.2                 |
| 8               | 18.5                                                                        | 0.409              | 15.0                  | -----              | 20.2                 | 0.895            | 71.8                 |
| 9               | 17.4                                                                        | 0.564              | 13.9                  | 0.087              | 19.8                 | 0.895            | 68.8                 |
| 10              | 16.3                                                                        | 0.648              | 12.8                  | 0.367              | 19.3                 | 0.895            | 66.1                 |
| 11              | 15.7                                                                        | 0.723              | 12.3                  | 0.529              | 18.7                 | 0.895            | 66.0                 |
| 12              | 15.4                                                                        | 0.755              | 12.0                  | 0.593              | 18.4                 | 0.895            | 66.2                 |

Poznámka: RH<sub>si</sub> je relativní vlhkost na vnitřním povrchu, T<sub>si</sub> je vnitřní povrchová teplota a f<sub>Rsi</sub> je teplotní faktor.

### Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a částečných tlaků vodní páry v návrhových okrajových podmínkách:

| rozhraní:              | i    | 1-2 | e     |
|------------------------|------|-----|-------|
| theta [C]:             | 18.9 | 4.0 | -12.5 |
| p [Pa]:                | 1334 | 201 | 166   |
| p <sub>sat</sub> [Pa]: | 2181 | 810 | 208   |

Poznámka: theta je teplota na rozhraní vrstev, p je předpokládaný částečný tlak vodní páry na rozhraní vrstev a p<sub>sat</sub> je částečný tlak nasycené vodní páry na rozhraní vrstev.

**Při venkovní návrhové teplotě nedochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.**

Množství difundující vodní páry G<sub>d</sub> : 9.061E-0008 kg/(m<sup>2</sup>.s)

**Bilance zkondenzované a vypařené vodní páry podle EN ISO 13788:**

Roční cyklus č. 1

**V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci vodní páry.**

Poznámka: Hodnocení difúze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledek lze získat s pomocí 2D analýzy.

STOP, Teplo 2015

## KOMPLEXNÍ POSOUZENÍ SKLADBY STAVEBNÍ KONSTRUKCE Z HLEDISKA ŠÍŘENÍ TEPLA A VODNÍ PÁRY

podle EN ISO 13788, EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

Teplo 2015

Název úlohy : **SCH1-Střecha plochá**

Zpracovatel : Ing. David Knill

Zakázka :

Datum : 21.01.2016

**ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :**

Typ hodnocené konstrukce : Střecha jednoplášťová  
Korekce součinitele prostupu dU : 0.050 W/m<sup>2</sup>K

**Skladba konstrukce (od interiéru) :**

| Číslo | Název          | D<br>[m] | Lambda<br>[W/(m.K)] | c<br>[J/(kg.K)] | Ro<br>[kg/m <sup>3</sup> ] | Mi<br>[-] | Ma<br>[kg/m <sup>2</sup> ] |
|-------|----------------|----------|---------------------|-----------------|----------------------------|-----------|----------------------------|
| 1     | Omítka vápenná | 0,0200   | 0,8700              | 840,0           | 1600,0                     | 6,0       | 0.0000                     |
| 2     | Dutinový panel | 0,1900   | 1,2000              | 840,0           | 1200,0                     | 23,0      | 0.0000                     |
| 3     | Beton hutný 1  | 0,1000   | 1,2300              | 1020,0          | 2100,0                     | 17,0      | 0.0000                     |
| 4     | Škvárobeton 1  | 0,1000   | 0,5200              | 830,0           | 1000,0                     | 6,0       | 0.0000                     |

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

| Číslo | Kompletní název vrstvy | Interní výpočet tep. vodivosti |
|-------|------------------------|--------------------------------|
| 1     | Omítka vápenná         | ---                            |
| 2     | Dutinový panel         | ---                            |
| 3     | Beton hutný 1          | ---                            |
| 4     | Škvárobeton 1          | ---                            |

**Okrajové podmínky výpočtu :**

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.10 m<sup>2</sup>K/W  
 dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 0.25 m<sup>2</sup>K/W  
 Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.04 m<sup>2</sup>K/W

dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty  $R_{se}$  : 0.04 m<sup>2</sup>K/W

Návrhová venkovní teplota  $T_e$  : -13.0 C  
 Návrhová teplota vnitřního vzduchu  $T_{ai}$  : 20.6 C  
 Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu  $R_{He}$  : 84.0 %  
 Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu  $R_{Hi}$  : 55.0 %

| Měsíc | Délka [dny] | $T_{ai}$ [C] | $R_{Hi}$ [%] | $P_i$ [Pa] | $T_e$ [C] | $R_{He}$ [%] | $P_e$ [Pa] |
|-------|-------------|--------------|--------------|------------|-----------|--------------|------------|
| 1     | 31          | 20.6         | 55.1         | 1336.3     | -4.4      | 81.2         | 342.9      |
| 2     | 28          | 20.6         | 57.3         | 1389.6     | -2.9      | 80.8         | 387.4      |
| 3     | 31          | 20.6         | 58.8         | 1426.0     | 1.0       | 79.5         | 521.8      |
| 4     | 30          | 20.6         | 60.7         | 1472.1     | 5.7       | 77.5         | 709.4      |
| 5     | 31          | 20.6         | 64.9         | 1573.9     | 10.7      | 74.5         | 958.1      |
| 6     | 30          | 20.6         | 68.7         | 1666.1     | 13.9      | 72.0         | 1142.9     |
| 7     | 31          | 20.6         | 70.8         | 1717.0     | 15.5      | 70.4         | 1239.1     |
| 8     | 31          | 20.6         | 70.1         | 1700.0     | 15.0      | 70.9         | 1208.4     |
| 9     | 30          | 20.6         | 65.6         | 1590.9     | 11.3      | 74.1         | 991.8      |
| 10    | 31          | 20.6         | 61.0         | 1479.4     | 6.3       | 77.1         | 735.7      |
| 11    | 30          | 20.6         | 58.8         | 1426.0     | 0.9       | 79.5         | 518.1      |
| 12    | 31          | 20.6         | 57.7         | 1399.3     | -2.6      | 80.7         | 396.8      |

Poznámka:  $T_{ai}$ ,  $R_{Hi}$  a  $P_i$  jsou prům. měsíční parametry vnitřního vzduchu (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry) a  $T_e$ ,  $R_{He}$  a  $P_e$  jsou prům. měsíční parametry v prostředí na vnější straně konstrukce (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry).

Průměrná měsíční venkovní teplota  $T_e$  byla v souladu s EN ISO 13788 snížena o 2 C (orientační zohlednění výměny tepla sáláním mezi střechou a oblohou).

Pro vnitřní prostředí byla uplatněna přírážka k vnitřní relativní vlhkosti : 5.0 %

Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem podle EN ISO 13788.

Počet hodnocených let : 1

## VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

### Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce  $R$  : 0.438 m<sup>2</sup>K/W

Součinitel prostupu tepla konstrukce  $U$  : **1.731 W/m<sup>2</sup>K**

Součinitel prostupu zabudované kce  $U_{kc}$  : 1.75 / 1.78 / 1.83 / 1.93 W/m<sup>2</sup>K

Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou podle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

### Difúzní odpor a tepelně akumulční vlastnosti:

Difúzní odpor konstrukce  $Z_{pT}$  : 3.6E+0010 m/s

Teplotní útlum konstrukce  $N_y^*$  podle EN ISO 13786 : 26.2

Fázový posun teplotního kmitu  $\Psi_i^*$  podle EN ISO 13786 : 9.8 h

### Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor podle ČSN 730540 a EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách  $T_{si,p}$  : 9.06 C

Teplotní faktor v návrhových podmínkách  $f_{Rsi,p}$  : **0.656**

| Číslo<br>měsíce | Minimální požadované hodnoty při max.<br>rel. vlhkosti na vnitřním povrchu: |             |                  |             | Vypočtené<br>hodnoty |           |              |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------|-------------|------------------|-------------|----------------------|-----------|--------------|
|                 | ----- 80% -----                                                             |             | ----- 100% ----- |             |                      |           |              |
|                 | $T_{si,m}[C]$                                                               | $f_{Rsi,m}$ | $T_{si,m}[C]$    | $f_{Rsi,m}$ | $T_{si}[C]$          | $f_{Rsi}$ | $R_{Hsi}[%]$ |
| 1               | 14.7                                                                        | 0.763       | 11.3             | 0.627       | 12.0                 | 0.656     | 95.3         |
| 2               | 15.3                                                                        | 0.774       | 11.9             | 0.628       | 12.5                 | 0.656     | 95.8         |
| 3               | 15.7                                                                        | 0.750       | 12.3             | 0.574       | 13.9                 | 0.656     | 90.0         |
| 4               | 16.2                                                                        | 0.704       | 12.7             | 0.473       | 15.5                 | 0.656     | 83.7         |

|    |      |       |      |       |      |       |      |
|----|------|-------|------|-------|------|-------|------|
| 5  | 17.2 | 0.662 | 13.8 | 0.310 | 17.2 | 0.656 | 80.3 |
| 6  | 18.2 | 0.635 | 14.6 | 0.112 | 18.3 | 0.656 | 79.3 |
| 7  | 18.6 | 0.614 | 15.1 | ----- | 18.8 | 0.656 | 78.9 |
| 8  | 18.5 | 0.620 | 15.0 | ----- | 18.7 | 0.656 | 79.0 |
| 9  | 17.4 | 0.658 | 13.9 | 0.283 | 17.4 | 0.656 | 80.1 |
| 10 | 16.3 | 0.697 | 12.8 | 0.456 | 15.7 | 0.656 | 83.0 |
| 11 | 15.7 | 0.751 | 12.3 | 0.577 | 13.8 | 0.656 | 90.2 |
| 12 | 15.4 | 0.776 | 12.0 | 0.628 | 12.6 | 0.656 | 95.8 |

Poznámka: RHsi je relativní vlhkost na vnitřním povrchu, Tsi je vnitřní povrchová teplota a f,Rsi je teplotní faktor.

### Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a částečných tlaků vodní páry v návrhových okrajových podmínkách:

| rozhraní:   | i    | 1-2  | 2-3 | 3-4 | e     |
|-------------|------|------|-----|-----|-------|
| theta [C]:  | 15.0 | 13.7 | 4.7 | 0.1 | -10.7 |
| p [Pa]:     | 1334 | 1313 | 562 | 269 | 166   |
| p,sat [Pa]: | 1699 | 1562 | 854 | 616 | 243   |

Poznámka: theta je teplota na rozhraní vrstev, p je předpokládaný částečný tlak vodní páry na rozhraní vrstev a p,sat je částečný tlak nasycené vodní páry na rozhraní vrstev.

**Při venkovní návrhové teplotě nedochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.**

Množství difundující vodní páry Gd : 3.439E-0008 kg/(m2.s)

### Bilance zkondenzované a vypařené vodní páry podle EN ISO 13788:

Roční cyklus č. 1

**V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci vodní páry.**

Poznámka: Hodnocení difúze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

**STOP, Teplo 2015**

## KOMPLEXNÍ POSOUZENÍ SKLADBY STAVEBNÍ KONSTRUKCE Z HLEDISKA ŠÍŘENÍ TEPLA A VODNÍ PÁRY

podle EN ISO 13788, EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

**Teplo 2015**

Název úlohy : **SCH2-Střecha plochá**

Zpracovatel : Ing. David Knill

Zakázka :

Datum : 21.01.2016

### ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Střecha jednovrstevná  
Korekce součinitele prostupu dU : 0.050 W/m2K

**Skladba konstrukce (od interiéru) :**

| Číslo | Název          | D<br>[m] | Lambda<br>[W/(m.K)] | c<br>[J/(kg.K)] | Ro<br>[kg/m3] | Mi<br>[-] | Ma<br>[kg/m2] |
|-------|----------------|----------|---------------------|-----------------|---------------|-----------|---------------|
| 1     | Omítka vápenná | 0,0200   | 0,8700              | 840,0           | 1600,0        | 6,0       | 0.0000        |
| 2     | Dutinový panel | 0,2500   | 1,2000              | 840,0           | 1200,0        | 23,0      | 0.0000        |
| 3     | Škvára         | 0,1000   | 0,2700              | 750,0           | 750,0         | 3,0       | 0.0000        |
| 4     | Plynosilikát 1 | 0,1000   | 0,1800              | 840,0           | 480,0         | 7,0       | 0.0000        |
| 5     | Beton hutný 1  | 0,0300   | 1,2300              | 1020,0          | 2100,0        | 17,0      | 0.0000        |
| 6     | Sklobit        | 0,0012   | 0,2100              | 1470,0          | 1200,0        | 49250,0   | 0.0000        |

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

| Číslo | Kompletní název vrstvy | Interní výpočet tep. vodivosti |
|-------|------------------------|--------------------------------|
| 1     | Omítka vápenná         | ---                            |
| 2     | Dutinový panel         | ---                            |
| 3     | Škvára                 | ---                            |
| 4     | Plynosilikát 1         | ---                            |
| 5     | Beton hutný 1          | ---                            |
| 6     | Sklobit                | ---                            |

**Okrajové podmínky výpočtu :**

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.10 m2K/W  
 dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 0.25 m2K/W  
 Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.04 m2K/W  
 dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.04 m2K/W

Návrhová venkovní teplota Te : -13.0 C  
 Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 20.6 C  
 Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 84.0 %  
 Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHi : 55.0 %

| Měsíc | Délka [dny] | Tai [C] | RHi [%] | Pi [Pa] | Te [C] | RHe [%] | Pe [Pa] |
|-------|-------------|---------|---------|---------|--------|---------|---------|
| 1     | 31          | 20.6    | 55.1    | 1336.3  | -4.4   | 81.2    | 342.9   |
| 2     | 28          | 20.6    | 57.3    | 1389.6  | -2.9   | 80.8    | 387.4   |
| 3     | 31          | 20.6    | 58.8    | 1426.0  | 1.0    | 79.5    | 521.8   |
| 4     | 30          | 20.6    | 60.7    | 1472.1  | 5.7    | 77.5    | 709.4   |
| 5     | 31          | 20.6    | 64.9    | 1573.9  | 10.7   | 74.5    | 958.1   |
| 6     | 30          | 20.6    | 68.7    | 1666.1  | 13.9   | 72.0    | 1142.9  |
| 7     | 31          | 20.6    | 70.8    | 1717.0  | 15.5   | 70.4    | 1239.1  |
| 8     | 31          | 20.6    | 70.1    | 1700.0  | 15.0   | 70.9    | 1208.4  |
| 9     | 30          | 20.6    | 65.6    | 1590.9  | 11.3   | 74.1    | 991.8   |
| 10    | 31          | 20.6    | 61.0    | 1479.4  | 6.3    | 77.1    | 735.7   |
| 11    | 30          | 20.6    | 58.8    | 1426.0  | 0.9    | 79.5    | 518.1   |
| 12    | 31          | 20.6    | 57.7    | 1399.3  | -2.6   | 80.7    | 396.8   |

Poznámka: Tai, RHi a Pi jsou prům. měsíční parametry vnitřního vzduchu (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry) a Te, RHe a Pe jsou prům. měsíční parametry v prostředí na vnější straně konstrukce (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry).

Průměrná měsíční venkovní teplota Te byla v souladu s EN ISO 13788 snížena o 2 C (orientační zohlednění výměny tepla sáláním mezi střechou a oblohou).

Pro vnitřní prostředí byla uplatněna přírážka k vnitřní relativní vlhkosti : 5.0 %

Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem podle EN ISO 13788.

Počet hodnocených let : 1

**VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :**



**Teplný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:**

Teplný odpor konstrukce R : 1.105 m<sup>2</sup>K/W  
 Součinitel prostupu tepla konstrukce U : **0.803 W/m<sup>2</sup>K**

Součinitel prostupu zabudované kce U<sub>k</sub> : 0.82 / 0.85 / 0.90 / 1.00 W/m<sup>2</sup>K

Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou podle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

**Difúzní odpor a tepelně akumulční vlastnosti:**

Difúzní odpor konstrukce Z<sub>pT</sub> : 3.5E+0011 m/s

Teplotní útlum konstrukce Ny\* podle EN ISO 13786 : 72.4

Fázový posun teplotního kmitu Psi\* podle EN ISO 13786 : 12.4 h

**Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor podle ČSN 730540 a EN ISO 13788:**

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách T<sub>si,p</sub> : 14.58 C

Teplotní faktor v návrhových podmínkách f<sub>Rsi,p</sub> : **0.821**

| Číslo měsíce | Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu: |                     |                       |                     | Vypočtené hodnoty   |                  |                      |
|--------------|--------------------------------------------------------------------------|---------------------|-----------------------|---------------------|---------------------|------------------|----------------------|
|              | ----- 80% -----                                                          |                     | ----- 100% -----      |                     | T <sub>si</sub> [C] | f <sub>Rsi</sub> | RH <sub>si</sub> [%] |
|              | T <sub>si</sub> ,m[C]                                                    | f <sub>Rsi</sub> ,m | T <sub>si</sub> ,m[C] | f <sub>Rsi</sub> ,m |                     |                  |                      |
| 1            | 14.7                                                                     | 0.763               | 11.3                  | 0.627               | 16.1                | 0.821            | 73.0                 |
| 2            | 15.3                                                                     | 0.774               | 11.9                  | 0.628               | 16.4                | 0.821            | 74.6                 |
| 3            | 15.7                                                                     | 0.750               | 12.3                  | 0.574               | 17.1                | 0.821            | 73.2                 |
| 4            | 16.2                                                                     | 0.704               | 12.7                  | 0.473               | 17.9                | 0.821            | 71.7                 |
| 5            | 17.2                                                                     | 0.662               | 13.8                  | 0.310               | 18.8                | 0.821            | 72.5                 |
| 6            | 18.2                                                                     | 0.635               | 14.6                  | 0.112               | 19.4                | 0.821            | 74.0                 |
| 7            | 18.6                                                                     | 0.614               | 15.1                  | -----               | 19.7                | 0.821            | 74.9                 |
| 8            | 18.5                                                                     | 0.620               | 15.0                  | -----               | 19.6                | 0.821            | 74.6                 |
| 9            | 17.4                                                                     | 0.658               | 13.9                  | 0.283               | 18.9                | 0.821            | 72.7                 |
| 10           | 16.3                                                                     | 0.697               | 12.8                  | 0.456               | 18.0                | 0.821            | 71.5                 |
| 11           | 15.7                                                                     | 0.751               | 12.3                  | 0.577               | 17.1                | 0.821            | 73.3                 |
| 12           | 15.4                                                                     | 0.776               | 12.0                  | 0.628               | 16.4                | 0.821            | 74.9                 |

Poznámka: RH<sub>si</sub> je relativní vlhkost na vnitřním povrchu, T<sub>si</sub> je vnitřní povrchová teplota a f<sub>Rsi</sub> je teplotní faktor.

**Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540:**  
(bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a částečných tlaků vodní páry v návrhových okrajových podmínkách:

| rozhraní:              | i    | 1-2  | 2-3  | 3-4  | 4-5   | 5-6   | e     |
|------------------------|------|------|------|------|-------|-------|-------|
| theta [C]:             | 18.1 | 17.5 | 12.2 | 2.8  | -11.2 | -11.8 | -12.0 |
| p [Pa]:                | 1334 | 1332 | 1231 | 1225 | 1213  | 1204  | 166   |
| p <sub>sat</sub> [Pa]: | 2072 | 1997 | 1422 | 749  | 232   | 220   | 217   |

Poznámka: theta je teplota na rozhraní vrstev, p je předpokládaný částečný tlak vodní páry na rozhraní vrstev a p<sub>sat</sub> je částečný tlak nasycené vodní páry na rozhraní vrstev.

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/(m <sup>2</sup> s)] |
|-----------------|-----------------------------------|--------|----------------------------------------------------------|
| 1               | 0.4700                            | 0.5000 | 3.188E-0008                                              |

**Roční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry:**

Množství zkondenzované vodní páry za rok M<sub>c,a</sub>: **0.2744 kg/(m<sup>2</sup>.rok)**

Množství vypařené vodní páry za rok M<sub>ev,a</sub>: **0.2042 kg/(m<sup>2</sup>.rok)**

Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než 15.0 C.

**Bilance zkondenzované a vypařené vodní páry podle EN ISO 13788:**

Roční cyklus č. 1

V konstrukci dochází během modelového roku ke kondenzaci.

**Kondenzační zóna č. 1**

| Měsíc | Hranice kondenzační zóny<br>levá [m] | pravá  | Akt.kond./vypař.<br>Mc [kg/m2s] | Akumul.vlhkost<br>Ma [kg/m2] |
|-------|--------------------------------------|--------|---------------------------------|------------------------------|
| 9     | 0.4941                               | 0.5000 | 4.80E-0009                      | 0.0124                       |
| 10    | 0.4700                               | 0.5000 | 1.29E-0008                      | 0.0471                       |
| 11    | 0.4700                               | 0.5000 | 2.05E-0008                      | 0.1003                       |
| 12    | 0.4700                               | 0.5000 | 2.44E-0008                      | 0.1657                       |
| 1     | 0.4700                               | 0.5000 | 2.48E-0008                      | 0.2321                       |
| 2     | 0.4700                               | 0.5000 | 2.45E-0008                      | 0.2915                       |
| 3     | 0.4700                               | 0.5000 | 2.04E-0008                      | 0.3460                       |
| 4     | 0.4700                               | 0.5000 | 1.39E-0008                      | 0.3821                       |
| 5     | 0.4700                               | 0.5000 | 5.85E-0009                      | 0.3977                       |
| 6     | 0.4700                               | 0.5000 | -3.67E-0010                     | 0.3968                       |
| 7     | 0.4700                               | 0.5000 | -3.97E-0009                     | 0.3861                       |
| 8     | 0.4700                               | 0.5000 | -2.83E-0009                     | 0.3785                       |

Max. množství zkondenzované vodní páry za rok  $Mc,a$ : **0.3977 kg/m2**

Množství vypařitelné vodní páry za rok  $Mev,a$ :

**0.0192 kg/m2**

**Na konci modelového roku je zóna stále vlhká (tj.  $Mc,a > Mev,a$ ).**

Poznámka: Hodnocení difúze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

**STOP, Teplo 2015**

## KOMPLEXNÍ POSOUZENÍ SKLADBY STAVEBNÍ KONSTRUKCE Z HLEDISKA ŠÍŘENÍ TEPLA A VODNÍ PÁRY

podle EN ISO 13788, EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

**Teplo 2015**

Název úlohy : **STRn-Strop nad tělocvičnou**

Zpracovatel : Ing. David Knill

Zakázka :

Datum : 21.01.2016

### ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Strop pod nevytápěným či méně vytáp. vnitřním prostorem

Korekce součinitele prostupu  $dU$  : 0.050 W/m2K

### Skladba konstrukce (od interiéru) :

| Číslo | Název          | D<br>[m] | Lambda<br>[W/(m.K)] | c<br>[J/(kg.K)] | Ro<br>[kg/m3] | Mi<br>[-] | Ma<br>[kg/m2] |
|-------|----------------|----------|---------------------|-----------------|---------------|-----------|---------------|
| 1     | Pěnový polysty | 0,0500   | 0,0440              | 1270,0          | 20,0          | 50,0      | 0.0000        |

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná

vlhkost ve vrstvě.

| Číslo | Kompletní název vrstvy             | Interní výpočet tep. vodivosti |
|-------|------------------------------------|--------------------------------|
| 1     | Pěnový polystyren 2 (do roku 2003) | ---                            |

**Okrajové podmínky výpočtu :**

|                                                         |                         |
|---------------------------------------------------------|-------------------------|
| Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru $R_{si}$ : | 0.10 m <sup>2</sup> K/W |
| dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty $R_{si}$ :   | 0.25 m <sup>2</sup> K/W |
| Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru $R_{se}$ : | 0.10 m <sup>2</sup> K/W |
| dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty $R_{se}$ :   | 0.10 m <sup>2</sup> K/W |

|                                                          |         |
|----------------------------------------------------------|---------|
| Návrhová venkovní teplota $T_e$ :                        | -15.0 C |
| Návrhová teplota vnitřního vzduchu $T_{ai}$ :            | 20.6 C  |
| Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu $R_{He}$ : | 84.0 %  |
| Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu $R_{Hi}$ :  | 55.0 %  |

**VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :****Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:**

|                                            |                               |
|--------------------------------------------|-------------------------------|
| Tepelný odpor konstrukce $R$ :             | 1.053 m <sup>2</sup> K/W      |
| Součinitel prostupu tepla konstrukce $U$ : | <b>0.798 W/m<sup>2</sup>K</b> |

Součinitel prostupu zabudované kce  $U_{kc}$  : 0.82 / 0.85 / 0.90 / 1.00 W/m<sup>2</sup>K  
 Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou podle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

**Difúzní odpor a tepelně akumulční vlastnosti:**

|                                                               |               |
|---------------------------------------------------------------|---------------|
| Difúzní odpor konstrukce $Z_pT$ :                             | 1.3E+0010 m/s |
| Teplotní útlum konstrukce $N_y^*$ podle EN ISO 13786 :        | 13.4          |
| Fázový posun teplotního kmitu $\Psi_i^*$ podle EN ISO 13786 : | 0.1 h         |

**Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor podle ČSN 730540 a EN ISO 13788:**

|                                                                |              |
|----------------------------------------------------------------|--------------|
| Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách $T_{si,p}$ : | 14.25 C      |
| Teplotní faktor v návrhových podmínkách $f_{Rsi,p}$ :          | <b>0.822</b> |

**Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540:  
(bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)**

Průběh teplot a částečných tlaků vodní páry v návrhových okrajových podmínkách:

| rozhraní:   | i    | e     |
|-------------|------|-------|
| theta [C]:  | 17.9 | -12.3 |
| p [Pa]:     | 1334 | 138   |
| p,sat [Pa]: | 2055 | 210   |

Poznámka: theta je teplota na rozhraní vrstev, p je předpokládaný částečný tlak vodní páry na rozhraní vrstev a p,sat je částečný tlak nasycené vodní páry na rozhraní vrstev.

Při venkovní návrhové teplotě dochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.

| Kond.zóna číslo | Hranice kondenzační zóny levá [m] | pravá [m] | Kondenzující množství vodní páry [kg/(m <sup>2</sup> s)] |
|-----------------|-----------------------------------|-----------|----------------------------------------------------------|
| 1               | 0.0342                            | 0.0372    | 1.267E-0008                                              |

**Roční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry:**

|                                                      |                                      |
|------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| Množství zkondenzované vodní páry za rok $M_{c,a}$ : | <b>0.0072 kg/(m<sup>2</sup>.rok)</b> |
| Množství vypařitelné vodní páry za rok $M_{ev,a}$ :  | <b>5.2577 kg/(m<sup>2</sup>.rok)</b> |

Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než -10.0 C.

Poznámka: Hodnocení difúze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

**STOP, Teplo 2015**

## KOMPLEXNÍ POSOUZENÍ SKLADBY STAVEBNÍ KONSTRUKCE Z HLEDISKA ŠÍŘENÍ TEPLA A VODNÍ PÁRY

podle EN ISO 13788, EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

**Teplo 2015**

Název úlohy : **PDL1z-Podlaha na zemině**

Zpracovatel : Ing. David Knill

Zakázka :

Datum : 21.01.2016

### ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Podlaha na zemině  
Korekce součinitele prostupu dU : 0.000 W/m2K

#### Skladba konstrukce (od interiéru) :

| Číslo | Název          | D<br>[m] | Lambda<br>[W/(m.K)] | c<br>[J/(kg.K)] | Ro<br>[kg/m3] | Mi<br>[-] | Ma<br>[kg/m2] |
|-------|----------------|----------|---------------------|-----------------|---------------|-----------|---------------|
| 1     | Dlažba keramic | 0,0100   | 1,0100              | 840,0           | 2000,0        | 200,0     | 0.0000        |
| 2     | Beton hutný 1  | 0,0600   | 1,2300              | 1020,0          | 2100,0        | 17,0      | 0.0000        |
| 3     | Pěnový polysty | 0,0400   | 0,0410              | 1270,0          | 20,0          | 50,0      | 0.0000        |

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

| Číslo | Kompletní název vrstvy             | Interní výpočet tep. vodivosti |
|-------|------------------------------------|--------------------------------|
| 1     | Dlažba keramická                   | ---                            |
| 2     | Beton hutný 1                      | ---                            |
| 3     | Pěnový polystyren 2 (do roku 2003) | ---                            |

#### Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.17 m2K/W  
 dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 0.25 m2K/W  
 Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.00 m2K/W  
 dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.00 m2K/W

Návrhová venkovní teplota Te : 7.9 C  
 Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 20.6 C  
 Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 100.0 %  
 Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHl : 55.0 %

| Měsíc | Délka [dny] | Tai [C] | RHi [%] | Pi [Pa] | Te [C] | RHe [%] | Pe [Pa] |
|-------|-------------|---------|---------|---------|--------|---------|---------|
| 1     | 31          | 20.6    | 55.1    | 1336.3  | 3.6    | 100.0   | 790.2   |
| 2     | 28          | 20.6    | 57.3    | 1389.6  | 2.7    | 100.0   | 741.4   |
| 3     | 31          | 20.6    | 58.8    | 1426.0  | 3.5    | 100.0   | 784.7   |
| 4     | 30          | 20.6    | 60.7    | 1472.1  | 5.4    | 100.0   | 896.5   |
| 5     | 31          | 20.6    | 64.9    | 1573.9  | 7.8    | 100.0   | 1057.7  |
| 6     | 30          | 20.6    | 68.7    | 1666.1  | 10.3   | 100.0   | 1252.2  |
| 7     | 31          | 20.6    | 70.8    | 1717.0  | 11.9   | 100.0   | 1392.6  |
| 8     | 31          | 20.6    | 70.1    | 1700.0  | 12.7   | 100.0   | 1467.8  |
| 9     | 30          | 20.6    | 65.6    | 1590.9  | 12.4   | 100.0   | 1439.2  |
| 10    | 31          | 20.6    | 61.0    | 1479.4  | 10.6   | 100.0   | 1277.5  |
| 11    | 30          | 20.6    | 58.8    | 1426.0  | 8.1    | 100.0   | 1079.5  |
| 12    | 31          | 20.6    | 57.7    | 1399.3  | 5.4    | 100.0   | 896.5   |

Poznámka: Tai, RHi a Pi jsou prům. měsíční parametry vnitřního vzduchu (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry) a Te, RHe a Pe jsou prům. měsíční parametry v prostředí na vnější straně konstrukce (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry).

Průměrná měsíční venkovní teplota Te byla vypočtena podle čl. 4.2.3 v EN ISO 13788 (vliv tepelné setrvačnosti zeminy).

Pro vnitřní prostředí byla uplatněna přírážka k vnitřní relativní vlhkosti : 5.0 %

Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem podle EN ISO 13788.

Počet hodnocených let : 1

## VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

### Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 1.034 m<sup>2</sup>K/W

Součinitel prostupu tepla konstrukce U : **0.830 W/m<sup>2</sup>K**

Součinitel prostupu zabudované kce U<sub>k</sub> : 0.85 / 0.88 / 0.93 / 1.03 W/m<sup>2</sup>K

Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou podle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

### Difúzní odpor a tepelně akumulční vlastnosti:

Difúzní odpor konstrukce Z<sub>pT</sub> : 2.7E+0010 m/s

Teplotní útlum konstrukce Ny\* podle EN ISO 13786 : 13.9

Fázový posun teplotního kmitu Psi\* podle EN ISO 13786 : 4.4 h

### Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor podle ČSN 730540 a EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách T<sub>si,p</sub> : 18.12 C

Teplotní faktor v návrhových podmínkách f<sub>Rsi,p</sub> : **0.805**

| Číslo měsíce | Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu: |                    |                       |                    | Vypočtené hodnoty   |                  |                      |
|--------------|--------------------------------------------------------------------------|--------------------|-----------------------|--------------------|---------------------|------------------|----------------------|
|              | ----- 80% -----                                                          |                    | ----- 100% -----      |                    |                     |                  |                      |
|              | T <sub>si,m</sub> [C]                                                    | f <sub>Rsi,m</sub> | T <sub>si,m</sub> [C] | f <sub>Rsi,m</sub> | T <sub>si</sub> [C] | f <sub>Rsi</sub> | RH <sub>si</sub> [%] |
| 1            | 14.7                                                                     | 0.652              | 11.3                  | 0.452              | 17.3                | 0.805            | 67.7                 |
| 2            | 15.3                                                                     | 0.704              | 11.9                  | 0.512              | 17.1                | 0.805            | 71.2                 |
| 3            | 15.7                                                                     | 0.713              | 12.3                  | 0.512              | 17.3                | 0.805            | 72.4                 |
| 4            | 16.2                                                                     | 0.710              | 12.7                  | 0.483              | 17.6                | 0.805            | 73.0                 |
| 5            | 17.2                                                                     | 0.738              | 13.8                  | 0.466              | 18.1                | 0.805            | 75.8                 |
| 6            | 18.2                                                                     | 0.762              | 14.6                  | 0.422              | 18.6                | 0.805            | 77.8                 |
| 7            | 18.6                                                                     | 0.774              | 15.1                  | 0.369              | 18.9                | 0.805            | 78.6                 |
| 8            | 18.5                                                                     | 0.731              | 15.0                  | 0.286              | 19.1                | 0.805            | 77.1                 |
| 9            | 17.4                                                                     | 0.612              | 13.9                  | 0.187              | 19.0                | 0.805            | 72.4                 |
| 10           | 16.3                                                                     | 0.567              | 12.8                  | 0.222              | 18.7                | 0.805            | 68.8                 |
| 11           | 15.7                                                                     | 0.608              | 12.3                  | 0.333              | 18.2                | 0.805            | 68.4                 |

|    |      |       |      |       |      |       |      |
|----|------|-------|------|-------|------|-------|------|
| 12 | 15.4 | 0.658 | 12.0 | 0.432 | 17.6 | 0.805 | 69.4 |
|----|------|-------|------|-------|------|-------|------|

Poznámka: RHsi je relativní vlhkost na vnitřním povrchu, Tsi je vnitřní povrchová teplota a f,Rsi je teplotní faktor.

### Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a částečných tlaků vodní páry v návrhových okrajových podmínkách:

| rozhraní:   | i    | 1-2  | 2-3  | e    |
|-------------|------|------|------|------|
| theta [C]:  | 18.8 | 18.7 | 18.2 | 7.9  |
| p [Pa]:     | 1334 | 1226 | 1171 | 1063 |
| p,sat [Pa]: | 2169 | 2155 | 2087 | 1063 |

Poznámka: theta je teplota na rozhraní vrstev, p je předpokládaný částečný tlak vodní páry na rozhraní vrstev a p,sat je částečný tlak nasycené vodní páry na rozhraní vrstev.

**Při venkovní návrhové teplotě nedochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.**

Množství difundující vodní páry Gd : 1.080E-0008 kg/(m2.s)

### Bilance zkondenzované a vypařené vodní páry podle EN ISO 13788:

Roční cyklus č. 1

**V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci vodní páry.**

Poznámka: Hodnocení difúze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

**STOP, Teplo 2015**

## KOMPLEXNÍ POSOUZENÍ SKLADBY STAVEBNÍ KONSTRUKCE Z HLEDISKA ŠÍŘENÍ TEPLA A VODNÍ PÁRY

podle EN ISO 13788, EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

**Teplo 2015**

Název úlohy : **PDL2z-Podlaha na zemině-tělocvična**

Zpracovatel : Ing. David Knill

Zakázka :

Datum : 21.01.2016

### ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Podlaha na zemině

Korekce součinitele prostupu dU : 0.020 W/m2K

### Skladba konstrukce (od interiéru) :

| Číslo | Název           | D<br>[m] | Lambda<br>[W/(m.K)] | c<br>[J/(kg.K)] | Ro<br>[kg/m3] | Mi<br>[-] | Ma<br>[kg/m2] |
|-------|-----------------|----------|---------------------|-----------------|---------------|-----------|---------------|
| 1     | Vlasy           | 0,0450   | 0,1800              | 2510,0          | 600,0         | 157,0     | 0.0000        |
| 2     | Minerální plst' | 0,0600   | 0,0410              | 880,0           | 100,0         | 1,1       | 0.0000        |

|   |               |        |        |        |        |      |        |
|---|---------------|--------|--------|--------|--------|------|--------|
| 3 | Beton hutný 1 | 0,0800 | 1,2300 | 1020,0 | 2100,0 | 17,0 | 0.0000 |
|---|---------------|--------|--------|--------|--------|------|--------|

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

| Číslo | Kompletní název vrstvy           | Interní výpočet tep. vodivosti |
|-------|----------------------------------|--------------------------------|
| 1     | Vlasy                            | ---                            |
| 2     | Minerální plst' 1 (do roku 2003) | ---                            |
| 3     | Beton hutný 1                    | ---                            |

### Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.17 m<sup>2</sup>K/W  
 dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 0.25 m<sup>2</sup>K/W  
 Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.00 m<sup>2</sup>K/W  
 dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.00 m<sup>2</sup>K/W

Návrhová venkovní teplota Te : 7.9 C  
 Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 20.6 C  
 Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 100.0 %  
 Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHl : 55.0 %

| Měsíc | Délka [dny] | Tai [C] | RHi [%] | Pi [Pa] | Te [C] | RHe [%] | Pe [Pa] |
|-------|-------------|---------|---------|---------|--------|---------|---------|
| 1     | 31          | 20.6    | 55.1    | 1336.3  | 3.6    | 100.0   | 790.2   |
| 2     | 28          | 20.6    | 57.3    | 1389.6  | 2.7    | 100.0   | 741.4   |
| 3     | 31          | 20.6    | 58.8    | 1426.0  | 3.5    | 100.0   | 784.7   |
| 4     | 30          | 20.6    | 60.7    | 1472.1  | 5.4    | 100.0   | 896.5   |
| 5     | 31          | 20.6    | 64.9    | 1573.9  | 7.8    | 100.0   | 1057.7  |
| 6     | 30          | 20.6    | 68.7    | 1666.1  | 10.3   | 100.0   | 1252.2  |
| 7     | 31          | 20.6    | 70.8    | 1717.0  | 11.9   | 100.0   | 1392.6  |
| 8     | 31          | 20.6    | 70.1    | 1700.0  | 12.7   | 100.0   | 1467.8  |
| 9     | 30          | 20.6    | 65.6    | 1590.9  | 12.4   | 100.0   | 1439.2  |
| 10    | 31          | 20.6    | 61.0    | 1479.4  | 10.6   | 100.0   | 1277.5  |
| 11    | 30          | 20.6    | 58.8    | 1426.0  | 8.1    | 100.0   | 1079.5  |
| 12    | 31          | 20.6    | 57.7    | 1399.3  | 5.4    | 100.0   | 896.5   |

Poznámka: Tai, RHl a Pi jsou prům. měsíční parametry vnitřního vzduchu (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry) a Te, RHe a Pe jsou prům. měsíční parametry v prostředí na vnější straně konstrukce (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry).

Průměrná měsíční venkovní teplota Te byla vypočtena podle čl. 4.2.3 v EN ISO 13788 (vliv tepelné setrvačnosti zeminy).

Pro vnitřní prostředí byla uplatněna přírážka k vnitřní relativní vlhkosti : 5.0 %

Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem podle EN ISO 13788.

Počet hodnocených let : 1

## VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

### Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 1.705 m<sup>2</sup>K/W  
 Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.533 W/m<sup>2</sup>K

Součinitel prostupu zabudované kce U<sub>k</sub> : 0.55 / 0.58 / 0.63 / 0.73 W/m<sup>2</sup>K  
 Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou podle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

### Difúzní odpor a tepelně akumulční vlastnosti:

Difúzní odpor konstrukce ZpT : 4.5E+0010 m/s

Teplotní útlum konstrukce Ny\* podle EN ISO 13786 : 18.0  
 Fázový posun teplotního kmitu Psi\* podle EN ISO 13786 : 5.7 h

### Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor podle ČSN 730540 a EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách Tsi,p : 18.97 C  
 Teplotní faktor v návrhových podmínkách f,Rsi,p : 0.872

| Číslo měsíce | Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu: |         |                  |         | Vypočtené hodnoty |       |         |
|--------------|--------------------------------------------------------------------------|---------|------------------|---------|-------------------|-------|---------|
|              | ----- 80% -----                                                          |         | ----- 100% ----- |         | Tsi[C]            | f,Rsi | RHsi[%] |
|              | Tsi,m[C]                                                                 | f,Rsi,m | Tsi,m[C]         | f,Rsi,m |                   |       |         |
| 1            | 14.7                                                                     | 0.652   | 11.3             | 0.452   | 18.4              | 0.872 | 63.1    |
| 2            | 15.3                                                                     | 0.704   | 11.9             | 0.512   | 18.3              | 0.872 | 66.1    |
| 3            | 15.7                                                                     | 0.713   | 12.3             | 0.512   | 18.4              | 0.872 | 67.4    |
| 4            | 16.2                                                                     | 0.710   | 12.7             | 0.483   | 18.7              | 0.872 | 68.5    |
| 5            | 17.2                                                                     | 0.738   | 13.8             | 0.466   | 19.0              | 0.872 | 71.8    |
| 6            | 18.2                                                                     | 0.762   | 14.6             | 0.422   | 19.3              | 0.872 | 74.5    |
| 7            | 18.6                                                                     | 0.774   | 15.1             | 0.369   | 19.5              | 0.872 | 75.8    |
| 8            | 18.5                                                                     | 0.731   | 15.0             | 0.286   | 19.6              | 0.872 | 74.6    |
| 9            | 17.4                                                                     | 0.612   | 13.9             | 0.187   | 19.6              | 0.872 | 70.0    |
| 10           | 16.3                                                                     | 0.567   | 12.8             | 0.222   | 19.3              | 0.872 | 66.0    |
| 11           | 15.7                                                                     | 0.608   | 12.3             | 0.333   | 19.0              | 0.872 | 64.9    |
| 12           | 15.4                                                                     | 0.658   | 12.0             | 0.432   | 18.7              | 0.872 | 65.1    |

Poznámka: RHsi je relativní vlhkost na vnitřním povrchu, Tsi je vnitřní povrchová teplota a f,Rsi je teplotní faktor.

### Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a částečných tlaků vodní páry v návrhových okrajových podmínkách:

| rozhraní:   | i    | 1-2  | 2-3  | e    |
|-------------|------|------|------|------|
| theta [C]:  | 19.5 | 17.9 | 8.3  | 7.9  |
| p [Pa]:     | 1334 | 1108 | 1106 | 1063 |
| p,sat [Pa]: | 2264 | 2044 | 1094 | 1063 |

Poznámka: theta je teplota na rozhraní vrstev, p je předpokládaný částečný tlak vodní páry na rozhraní vrstev a p,sat je částečný tlak nasycené vodní páry na rozhraní vrstev.

Při venkovní návrhové teplotě dochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.

| Kond.zóna číslo | Hranice kondenzační zóny levá [m] | pravá [m] | Kondenzující množství vodní páry [kg/(m2s)] |
|-----------------|-----------------------------------|-----------|---------------------------------------------|
| 1               | 0.1050                            | 0.1827    | 2.200E-0009                                 |

Roční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry:

Množství zkondenzované vodní páry za rok Mc,a: 0.0118 kg/(m2.rok)

Množství vypařitelné vodní páry za rok Mev,a: 1.8231 kg/(m2.rok)

Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než 10.0 C.

Poznámka: Vypočtená celoroční bilance má pouze informativní charakter, protože výchozí venkovní teplota nebyla zadána v rozmezí od -10 do -21 C. Uvedený výsledek byl vypočten za předpokladu, že se konstrukce nachází v teplotní oblasti -15 C.

### Bilance zkondenzované a vypařené vodní páry podle 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 [m] | Akt.kond./vypař. Mc [kg/m2s] | Akumul.vlhkost Ma [kg/m2] |
|-------|-----------------------------------|-----------|------------------------------|---------------------------|
| 10    | 0.1050                            | 0.1849    | 6.84E-0010                   | 0.0018                    |



|    |        |        |             |        |
|----|--------|--------|-------------|--------|
| 11 | 0.1050 | 0.1827 | 4.34E-0009  | 0.0131 |
| 12 | 0.1050 | 0.1827 | 8.54E-0009  | 0.0360 |
| 1  | 0.1050 | 0.1827 | 9.75E-0009  | 0.0621 |
| 2  | 0.1050 | 0.1827 | 1.26E-0008  | 0.0927 |
| 3  | 0.1050 | 0.1827 | 1.24E-0008  | 0.1259 |
| 4  | 0.1050 | 0.1827 | 1.05E-0008  | 0.1534 |
| 5  | 0.1050 | 0.1827 | 9.07E-0009  | 0.1777 |
| 6  | 0.1050 | 0.1827 | 6.56E-0009  | 0.1947 |
| 7  | 0.1050 | 0.1827 | 4.42E-0009  | 0.2065 |
| 8  | 0.1050 | 0.1849 | 2.07E-0009  | 0.2121 |
| 9  | 0.1050 | 0.1827 | -2.86E-0010 | 0.2113 |

Max. množství zkondenzované vodní páry za rok  $M_{c,a}$ : **0.2121 kg/m<sup>2</sup>**

Množství vypařitelné vodní páry za rok  $M_{ev,a}$ :

**0.0007 kg/m<sup>2</sup>**

**Na konci modelového roku je zóna stále vlhká (tj.  $M_{c,a} > M_{ev,a}$ ).**

Poznámka: Hodnocení difúze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

**STOP, Teplo 2015**

## KOMPLEXNÍ POSOUZENÍ SKLADBY STAVEBNÍ KONSTRUKCE Z HLEDISKA ŠÍŘENÍ TEPLA A VODNÍ PÁRY

podle EN ISO 13788, EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

**Teplo 2015**

Název úlohy : **STN1-Obvodová stěna 400mm**

Zpracovatel : Ing. David Knill

Zakázka :

Datum : 20.01.2016

### ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Stěna vnější jednoplášťová

Korekce součinitele prostupu dU : 0.020 W/m2K

#### Skladba konstrukce (od interiéru) :

| Číslo | Název          | D<br>[m] | Lambda<br>[W/(m.K)] | c<br>[J/(kg.K)] | Ro<br>[kg/m3] | Mi<br>[-] | Ma<br>[kg/m2] |
|-------|----------------|----------|---------------------|-----------------|---------------|-----------|---------------|
| 1     | Omítka vápenná | 0,0200   | 0,8700              | 840,0           | 1600,0        | 6,0       | 0.0000        |
| 2     | Zdivo CD 36-tl | 0,3750   | 0,5800              | 960,0           | 1250,0        | 7,0       | 0.0000        |
| 3     | Omítka vápenoc | 0,0200   | 0,9900              | 790,0           | 2000,0        | 19,0      | 0.0000        |
| 4     | Isover EPS 70F | 0,1500   | 0,0390              | 1270,0          | 16,0          | 30,0      | 0.0000        |

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

| Číslo | Kompletní název vrstvy        | Interní výpočet tep. vodivosti |
|-------|-------------------------------|--------------------------------|
| 1     | Omítka vápenná                | ---                            |
| 2     | Zdivo CD 36-tl. 360-v. 140 mm | ---                            |
| 3     | Omítka vápenocementová        | ---                            |
| 4     | Isover EPS 70F                | ---                            |

#### Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.13 m2K/W

dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 0.25 m2K/W

Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.04 m2K/W

dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.04 m2K/W

Návrhová venkovní teplota Te : -13.0 C

Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 20.6 C

Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 84.0 %

Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHl : 55.0 %

| Měsíc | Délka [dny] | Tai [C] | RHi [%] | Pi [Pa] | Te [C] | RHe [%] | Pe [Pa] |
|-------|-------------|---------|---------|---------|--------|---------|---------|
| 1     | 31          | 20.6    | 55.1    | 1336.3  | -2.4   | 81.2    | 406.1   |
| 2     | 28          | 20.6    | 57.3    | 1389.6  | -0.9   | 80.8    | 457.9   |
| 3     | 31          | 20.6    | 58.8    | 1426.0  | 3.0    | 79.5    | 602.1   |
| 4     | 30          | 20.6    | 60.7    | 1472.1  | 7.7    | 77.5    | 814.1   |
| 5     | 31          | 20.6    | 64.9    | 1573.9  | 12.7   | 74.5    | 1093.5  |
| 6     | 30          | 20.6    | 68.7    | 1666.1  | 15.9   | 72.0    | 1300.1  |
| 7     | 31          | 20.6    | 70.8    | 1717.0  | 17.5   | 70.4    | 1407.2  |

|    |    |      |      |        |      |      |        |
|----|----|------|------|--------|------|------|--------|
| 8  | 31 | 20.6 | 70.1 | 1700.0 | 17.0 | 70.9 | 1373.1 |
| 9  | 30 | 20.6 | 65.6 | 1590.9 | 13.3 | 74.1 | 1131.2 |
| 10 | 31 | 20.6 | 61.0 | 1479.4 | 8.3  | 77.1 | 843.7  |
| 11 | 30 | 20.6 | 58.8 | 1426.0 | 2.9  | 79.5 | 597.9  |
| 12 | 31 | 20.6 | 57.7 | 1399.3 | -0.6 | 80.7 | 468.9  |

Poznámka: Tai, RH<sub>i</sub> a Pi jsou prům. měsíční parametry vnitřního vzduchu (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry) a Te, RHe a Pe jsou prům. měsíční parametry v prostředí na vnější straně konstrukce (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry).

Pro vnitřní prostředí byla uplatněna přírážka k vnitřní relativní vlhkosti : 5.0 %

Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem podle EN ISO 13788.

Počet hodnocených let : 1

## VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

### Teplný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Teplný odpor konstrukce R : 4.131 m<sup>2</sup>K/W

Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.232 W/m<sup>2</sup>K

Součinitel prostupu zabudované kce U<sub>k</sub> : 0.25 / 0.28 / 0.33 / 0.43 W/m<sup>2</sup>K

Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou podle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

### Difúzní odpor a tepelně akumulační vlastnosti:

Difúzní odpor konstrukce Z<sub>pT</sub> : 4.1E+0010 m/s

Teplotní útlum konstrukce Ny\* podle EN ISO 13786 : 1024.7

Fázový posun teplotního kmitu Psi\* podle EN ISO 13786 : 15.8 h

### Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor podle ČSN 730540 a EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách T<sub>si,p</sub> : 18.70 C

Teplotní faktor v návrhových podmínkách f<sub>Rsi,p</sub> : 0.943

| Číslo<br>měsíce | Minimální požadované hodnoty při max.<br>rel. vlhkosti na vnitřním povrchu: |                     |                       |                     | Vypočtené<br>hodnoty |                  |                      |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------|---------------------|-----------------------|---------------------|----------------------|------------------|----------------------|
|                 | ----- 80% -----                                                             |                     | ----- 100% -----      |                     | T <sub>si</sub> [C]  | f <sub>Rsi</sub> | RH <sub>si</sub> [%] |
|                 | T <sub>si</sub> ,m[C]                                                       | f <sub>Rsi</sub> ,m | T <sub>si</sub> ,m[C] | f <sub>Rsi</sub> ,m |                      |                  |                      |
| 1               | 14.7                                                                        | 0.743               | 11.3                  | 0.595               | 19.3                 | 0.943            | 59.7                 |
| 2               | 15.3                                                                        | 0.753               | 11.9                  | 0.594               | 19.4                 | 0.943            | 61.8                 |
| 3               | 15.7                                                                        | 0.721               | 12.3                  | 0.526               | 19.6                 | 0.943            | 62.5                 |
| 4               | 16.2                                                                        | 0.659               | 12.7                  | 0.391               | 19.9                 | 0.943            | 63.5                 |
| 5               | 17.2                                                                        | 0.576               | 13.8                  | 0.135               | 20.2                 | 0.943            | 66.7                 |
| 6               | 18.2                                                                        | 0.479               | 14.6                  | -----               | 20.3                 | 0.943            | 69.8                 |
| 7               | 18.6                                                                        | 0.365               | 15.1                  | -----               | 20.4                 | 0.943            | 71.6                 |
| 8               | 18.5                                                                        | 0.409               | 15.0                  | -----               | 20.4                 | 0.943            | 71.0                 |
| 9               | 17.4                                                                        | 0.564               | 13.9                  | 0.087               | 20.2                 | 0.943            | 67.3                 |
| 10              | 16.3                                                                        | 0.648               | 12.8                  | 0.367               | 19.9                 | 0.943            | 63.7                 |
| 11              | 15.7                                                                        | 0.723               | 12.3                  | 0.529               | 19.6                 | 0.943            | 62.6                 |
| 12              | 15.4                                                                        | 0.755               | 12.0                  | 0.593               | 19.4                 | 0.943            | 62.1                 |

Poznámka: RH<sub>si</sub> je relativní vlhkost na vnitřním povrchu, T<sub>si</sub> je vnitřní povrchová teplota a f<sub>Rsi</sub> je teplotní faktor.

### Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a částečných tlaků vodní páry v návrhových okrajových podmínkách:

| rozhraní:  | i    | 1-2  | 2-3  | 3-4  | e     |
|------------|------|------|------|------|-------|
| theta [C]: | 19.7 | 19.5 | 14.9 | 14.7 | -12.7 |
| p [Pa]:    | 1334 | 1315 | 914  | 855  | 166   |

$p_{\text{sat}}$  [Pa]: 2290 2267 1693 1677 203

Poznámka:  $\theta$  je teplota na rozhraní vrstev,  $p$  je předpokládaný částečný tlak vodní páry na rozhraní vrstev a  $p_{\text{sat}}$  je částečný tlak nasycené vodní páry na rozhraní vrstev.

**Při venkovní návrhové teplotě nedochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.**

Množství difundující vodní páry  $G_d$  : 3.062E-0008 kg/(m<sup>2</sup>.s)

### Bilance zkondenzované a vypařené vodní páry podle EN ISO 13788:

Roční cyklus č. 1

**V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci vodní páry.**

Poznámka: Hodnocení difúze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

**STOP, Teplo 2015**

## KOMPLEXNÍ POSOUZENÍ SKLADBY STAVEBNÍ KONSTRUKCE Z HLEDISKA ŠÍŘENÍ TEPLA A VODNÍ PÁRY

podle EN ISO 13788, EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

**Teplo 2015**

Název úlohy : **STN2-Obvodová stěna 400mm (sokl)**

Zpracovatel : Ing. David Knill

Zakázka :

Datum : 20.01.2016

### ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Stěna vnější jednoplášťová

Korekce součinitele prostupu  $dU$  : 0.020 W/m<sup>2</sup>K

### Skladba konstrukce (od interiéru) :

| Číslo | Název           | D<br>[m] | Lambda<br>[W/(m.K)] | c<br>[J/(kg.K)] | Ro<br>[kg/m <sup>3</sup> ] | Mi<br>[-] | Ma<br>[kg/m <sup>2</sup> ] |
|-------|-----------------|----------|---------------------|-----------------|----------------------------|-----------|----------------------------|
| 1     | Omítka vápenná  | 0,0200   | 0,8700              | 840,0           | 1600,0                     | 6,0       | 0.0000                     |
| 2     | Zdivo CD 36-tl  | 0,3750   | 0,5800              | 960,0           | 1250,0                     | 7,0       | 0.0000                     |
| 3     | Omítka vápenoc  | 0,0200   | 0,9900              | 790,0           | 2000,0                     | 19,0      | 0.0000                     |
| 4     | Isover EPS Sokl | 0,1300   | 0,0350              | 1270,0          | 26,0                       | 50,0      | 0.0000                     |

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

| Číslo | Kompletní název vrstvy        | Interní výpočet tep. vodivosti |
|-------|-------------------------------|--------------------------------|
| 1     | Omítka vápenná                | ---                            |
| 2     | Zdivo CD 36-tl. 360-v. 140 mm | ---                            |
| 3     | Omítka vápenocementová        | ---                            |
| 4     | Isover EPS Sokl 3000          | ---                            |

**Okrajové podmínky výpočtu :**

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru  $R_{si}$  : 0.13 m<sup>2</sup>K/W  
 dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty  $R_{si}$  : 0.25 m<sup>2</sup>K/W  
 Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru  $R_{se}$  : 0.04 m<sup>2</sup>K/W  
 dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty  $R_{se}$  : 0.04 m<sup>2</sup>K/W

Návrhová venkovní teplota  $T_e$  : -13.0 C  
 Návrhová teplota vnitřního vzduchu  $T_{ai}$  : 20.6 C  
 Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu  $RHe$  : 84.0 %  
 Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu  $RHi$  : 55.0 %

| Měsíc | Délka [dny] | $T_{ai}$ [C] | $RHi$ [%] | $P_i$ [Pa] | $T_e$ [C] | $RHe$ [%] | $P_e$ [Pa] |
|-------|-------------|--------------|-----------|------------|-----------|-----------|------------|
| 1     | 31          | 20.6         | 55.1      | 1336.3     | -2.4      | 81.2      | 406.1      |
| 2     | 28          | 20.6         | 57.3      | 1389.6     | -0.9      | 80.8      | 457.9      |
| 3     | 31          | 20.6         | 58.8      | 1426.0     | 3.0       | 79.5      | 602.1      |
| 4     | 30          | 20.6         | 60.7      | 1472.1     | 7.7       | 77.5      | 814.1      |
| 5     | 31          | 20.6         | 64.9      | 1573.9     | 12.7      | 74.5      | 1093.5     |
| 6     | 30          | 20.6         | 68.7      | 1666.1     | 15.9      | 72.0      | 1300.1     |
| 7     | 31          | 20.6         | 70.8      | 1717.0     | 17.5      | 70.4      | 1407.2     |
| 8     | 31          | 20.6         | 70.1      | 1700.0     | 17.0      | 70.9      | 1373.1     |
| 9     | 30          | 20.6         | 65.6      | 1590.9     | 13.3      | 74.1      | 1131.2     |
| 10    | 31          | 20.6         | 61.0      | 1479.4     | 8.3       | 77.1      | 843.7      |
| 11    | 30          | 20.6         | 58.8      | 1426.0     | 2.9       | 79.5      | 597.9      |
| 12    | 31          | 20.6         | 57.7      | 1399.3     | -0.6      | 80.7      | 468.9      |

Poznámka:  $T_{ai}$ ,  $RHi$  a  $P_i$  jsou prům. měsíční parametry vnitřního vzduchu (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry) a  $T_e$ ,  $RHe$  a  $P_e$  jsou prům. měsíční parametry v prostředí na vnější straně konstrukce (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry).

Pro vnitřní prostředí byla uplatněna přírážka k vnitřní relativní vlhkosti : 5.0 %

Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem podle EN ISO 13788.

Počet hodnocených let : 1

**VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :****Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:**

Tepelný odpor konstrukce  $R$  : 4.021 m<sup>2</sup>K/W  
 Součinitel prostupu tepla konstrukce  $U$  : 0.239 W/m<sup>2</sup>K

Součinitel prostupu zabudované kce  $U_{kc}$  : 0.26 / 0.29 / 0.34 / 0.44 W/m<sup>2</sup>K

Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou podle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

**Difúzní odpor a tepelně akumulční vlastnosti:**

Difúzní odpor konstrukce  $Z_{pT}$  : 5.1E+0010 m/s

Teplotní útlum konstrukce  $N_y^*$  podle EN ISO 13786 : 997.2

Fázový posun teplotního kmitu  $\Psi_i^*$  podle EN ISO 13786 : 16.0 h

**Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor podle ČSN 730540 a EN ISO 13788:**

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách  $T_{si,p}$  : 18.65 C

Teplotní faktor v návrhových podmínkách  $f_{Rsi,p}$  : 0.942

Číslo měsíce Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:

Vypočtené hodnoty

|  | ----- 80% ----- | ----- 100% ----- |               |             |              |
|--|-----------------|------------------|---------------|-------------|--------------|
|  | $T_{si,m}[C]$   | $f_{Rsi,m}$      | $T_{si,m}[C]$ | $f_{Rsi,m}$ | $RH_{si}[%]$ |

|    |      |       |      |       |      |       |      |
|----|------|-------|------|-------|------|-------|------|
| 1  | 14.7 | 0.743 | 11.3 | 0.595 | 19.3 | 0.942 | 59.8 |
| 2  | 15.3 | 0.753 | 11.9 | 0.594 | 19.4 | 0.942 | 61.9 |
| 3  | 15.7 | 0.721 | 12.3 | 0.526 | 19.6 | 0.942 | 62.6 |
| 4  | 16.2 | 0.659 | 12.7 | 0.391 | 19.9 | 0.942 | 63.6 |
| 5  | 17.2 | 0.576 | 13.8 | 0.135 | 20.1 | 0.942 | 66.8 |
| 6  | 18.2 | 0.479 | 14.6 | ----- | 20.3 | 0.942 | 69.9 |
| 7  | 18.6 | 0.365 | 15.1 | ----- | 20.4 | 0.942 | 71.6 |
| 8  | 18.5 | 0.409 | 15.0 | ----- | 20.4 | 0.942 | 71.0 |
| 9  | 17.4 | 0.564 | 13.9 | 0.087 | 20.2 | 0.942 | 67.3 |
| 10 | 16.3 | 0.648 | 12.8 | 0.367 | 19.9 | 0.942 | 63.7 |
| 11 | 15.7 | 0.723 | 12.3 | 0.529 | 19.6 | 0.942 | 62.7 |
| 12 | 15.4 | 0.755 | 12.0 | 0.593 | 19.4 | 0.942 | 62.3 |

Poznámka: RHsi je relativní vlhkost na vnitřním povrchu, Tsi je vnitřní povrchová teplota a f,Rsi je teplotní faktor.

### **Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540:** (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a částečných tlaků vodní páry v návrhových okrajových podmínkách:

| rozhraní:   | i    | 1-2  | 2-3  | 3-4  | e     |
|-------------|------|------|------|------|-------|
| theta [C]:  | 19.6 | 19.5 | 14.7 | 14.6 | -12.7 |
| p [Pa]:     | 1334 | 1319 | 1001 | 955  | 166   |
| p,sat [Pa]: | 2286 | 2262 | 1675 | 1659 | 203   |

Poznámka: theta je teplota na rozhraní vrstev, p je předpokládaný částečný tlak vodní páry na rozhraní vrstev a p,sat je částečný tlak nasycené vodní páry na rozhraní vrstev.

### **Při venkovní návrhové teplotě nedochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.**

Množství difundující vodní páry Gd : 2.426E-0008 kg/(m2.s)

### **Bilance zkondenzované a vypařené vodní páry podle EN ISO 13788:**

Roční cyklus č. 1

### **V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci vodní páry.**

Poznámka: Hodnocení difúze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

**STOP, Teplo 2015**

## **KOMPLEXNÍ POSOUZENÍ SKLADBY STAVEBNÍ KONSTRUKCE Z HLEDISKA ŠÍŘENÍ TEPLA A VODNÍ PÁRY**

podle EN ISO 13788, EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

**Teplo 2015**

Název úlohy : **STN3z-Obvodová stěna 400mm**

Zpracovatel : Ing. David Knill

Zakázka :

Datum : 20.01.2016

**ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :**

Typ hodnocené konstrukce : Stěna suterénní  
Korekce součinitele prostupu dU : 0.050 W/m2K

**Skladba konstrukce (od interiéru) :**

| Číslo | Název          | D<br>[m] | Lambda<br>[W/(m.K)] | c<br>[J/(kg.K)] | Ro<br>[kg/m3] | Mi<br>[-] | Ma<br>[kg/m2] |
|-------|----------------|----------|---------------------|-----------------|---------------|-----------|---------------|
| 1     | Omítka vápenná | 0,0200   | 0,8700              | 840,0           | 1600,0        | 6,0       | 0.0000        |
| 2     | Zdivo CD 36-tl | 0,3750   | 0,5800              | 960,0           | 1250,0        | 7,0       | 0.0000        |

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

| Číslo | Kompletní název vrstvy        | Interní výpočet tep. vodivosti |
|-------|-------------------------------|--------------------------------|
| 1     | Omítka vápenná                | ---                            |
| 2     | Zdivo CD 36-tl. 360-v. 140 mm | ---                            |

**Okrajové podmínky výpočtu :**

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.13 m2K/W  
 dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 0.25 m2K/W  
 Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.00 m2K/W  
 dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.00 m2K/W

Návrhová venkovní teplota Te : 5.0 C  
 Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 20.6 C  
 Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 100.0 %  
 Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHl : 55.0 %

| Měsíc | Délka [dny] | Tai [C] | RHi [%] | Pi [Pa] | Te [C] | RHe [%] | Pe [Pa] |
|-------|-------------|---------|---------|---------|--------|---------|---------|
| 1     | 31          | 20.6    | 55.1    | 1336.3  | 3.6    | 100.0   | 790.2   |
| 2     | 28          | 20.6    | 57.3    | 1389.6  | 2.7    | 100.0   | 741.4   |
| 3     | 31          | 20.6    | 58.8    | 1426.0  | 3.5    | 100.0   | 784.7   |
| 4     | 30          | 20.6    | 60.7    | 1472.1  | 5.4    | 100.0   | 896.5   |
| 5     | 31          | 20.6    | 64.9    | 1573.9  | 7.8    | 100.0   | 1057.7  |
| 6     | 30          | 20.6    | 68.7    | 1666.1  | 10.3   | 100.0   | 1252.2  |
| 7     | 31          | 20.6    | 70.8    | 1717.0  | 11.9   | 100.0   | 1392.6  |
| 8     | 31          | 20.6    | 70.1    | 1700.0  | 12.7   | 100.0   | 1467.8  |
| 9     | 30          | 20.6    | 65.6    | 1590.9  | 12.4   | 100.0   | 1439.2  |
| 10    | 31          | 20.6    | 61.0    | 1479.4  | 10.6   | 100.0   | 1277.5  |
| 11    | 30          | 20.6    | 58.8    | 1426.0  | 8.1    | 100.0   | 1079.5  |
| 12    | 31          | 20.6    | 57.7    | 1399.3  | 5.4    | 100.0   | 896.5   |

Poznámka: Tai, RHl a Pi jsou prům. měsíční parametry vnitřního vzduchu (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry) a Te, RHe a Pe jsou prům. měsíční parametry v prostředí na vnější straně konstrukce (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry).

Průměrná měsíční venkovní teplota Te byla vypočtena podle čl. 4.2.3 v EN ISO 13788 (vliv tepelné setrvačnosti zeminy).

Pro vnitřní prostředí byla uplatněna přírážka k vnitřní relativní vlhkosti : 5.0 %

Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem podle EN ISO 13788.

Počet hodnocených let : 1

**VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :****Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:**

Tepelný odpor konstrukce R : 0.639 m2K/W  
 Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 1.301 W/m2K

Součinitel prostupu zabudované kce  $U_{kc}$  : 1.32 / 1.35 / 1.40 / 1.50 W/m<sup>2</sup>K

Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou podle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

### Difúzní odpor a tepelně akumulační vlastnosti:

Difúzní odpor konstrukce  $Z_{pT}$  : 1.4E+0010 m/s

Teplotní útlum konstrukce  $N_{y^*}$  podle EN ISO 13786 : 28.7

Fázový posun teplotního kmitu  $\Psi_{si^*}$  podle EN ISO 13786 : 11.5 h

### Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor podle ČSN 730540 a EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách  $T_{si,p}$  : 16.21 C

Teplotní faktor v návrhových podmínkách  $f_{Rsi,p}$  : **0.719**

| Číslo<br>měsíce | Minimální požadované hodnoty při max.<br>rel. vlhkosti na vnitřním povrchu: |             |                  |             | Vypočtené<br>hodnoty |           |              |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------|-------------|------------------|-------------|----------------------|-----------|--------------|
|                 | ----- 80% -----                                                             |             | ----- 100% ----- |             | $T_{si}[C]$          | $f_{Rsi}$ | $RH_{si}[%]$ |
|                 | $T_{si},m[C]$                                                               | $f_{Rsi},m$ | $T_{si},m[C]$    | $f_{Rsi},m$ |                      |           |              |
| 1               | 14.7                                                                        | 0.652       | 11.3             | 0.452       | 15.8                 | 0.719     | 74.4         |
| 2               | 15.3                                                                        | 0.704       | 11.9             | 0.512       | 15.6                 | 0.719     | 78.6         |
| 3               | 15.7                                                                        | 0.713       | 12.3             | 0.512       | 15.8                 | 0.719     | 79.5         |
| 4               | 16.2                                                                        | 0.710       | 12.7             | 0.483       | 16.3                 | 0.719     | 79.3         |
| 5               | 17.2                                                                        | 0.738       | 13.8             | 0.466       | 17.0                 | 0.719     | 81.3         |
| 6               | 18.2                                                                        | 0.762       | 14.6             | 0.422       | 17.7                 | 0.719     | 82.3         |
| 7               | 18.6                                                                        | 0.774       | 15.1             | 0.369       | 18.2                 | 0.719     | 82.4         |
| 8               | 18.5                                                                        | 0.731       | 15.0             | 0.286       | 18.4                 | 0.719     | 80.5         |
| 9               | 17.4                                                                        | 0.612       | 13.9             | 0.187       | 18.3                 | 0.719     | 75.7         |
| 10              | 16.3                                                                        | 0.567       | 12.8             | 0.222       | 17.8                 | 0.719     | 72.7         |
| 11              | 15.7                                                                        | 0.608       | 12.3             | 0.333       | 17.1                 | 0.719     | 73.2         |
| 12              | 15.4                                                                        | 0.658       | 12.0             | 0.432       | 16.3                 | 0.719     | 75.4         |

Poznámka:  $RH_{si}$  je relativní vlhkost na vnitřním povrchu,  $T_{si}$  je vnitřní povrchová teplota a  $f_{Rsi}$  je teplotní faktor.

### Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a částečných tlaků vodní páry v návrhových okrajových podmínkách:

| rozhraní:   | i    | 1-2  | e   |
|-------------|------|------|-----|
| theta [C]:  | 18.1 | 17.6 | 5.0 |
| p [Pa]:     | 1334 | 1314 | 872 |
| p,sat [Pa]: | 2071 | 2013 | 872 |

Poznámka: theta je teplota na rozhraní vrstev, p je předpokládaný částečný tlak vodní páry na rozhraní vrstev a p,sat je částečný tlak nasycené vodní páry na rozhraní vrstev.

**Při venkovní návrhové teplotě nedochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.**

Množství difundující vodní páry  $G_d$  : 3.366E-0008 kg/(m<sup>2</sup>.s)

### Bilance zkondenzované a vypařené vodní páry podle EN ISO 13788:

Roční cyklus č. 1

**V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci vodní páry.**

Poznámka: Hodnocení difúze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

**STOP, Teplo 2015**



## KOMPLEXNÍ POSOUZENÍ SKLADBY STAVEBNÍ KONSTRUKCE Z HLEDISKA ŠÍŘENÍ TEPLA A VODNÍ PÁRY

podle EN ISO 13788, EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

**Teplo 2015**

Název úlohy : **STN4-Obvodová stěna 300mm**

Zpracovatel : Ing. David Knill

Zakázka :

Datum : 20.01.2016

### ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Stěna vnější jednoplášťová  
Korekce součinitele prostupu dU : 0.020 W/m<sup>2</sup>K

#### Skladba konstrukce (od interiéru) :

| Číslo | Název          | D<br>[m] | Lambda<br>[W/(m.K)] | c<br>[J/(kg.K)] | Ro<br>[kg/m <sup>3</sup> ] | Mi<br>[-] | Ma<br>[kg/m <sup>2</sup> ] |
|-------|----------------|----------|---------------------|-----------------|----------------------------|-----------|----------------------------|
| 1     | Omítka vápenná | 0,0200   | 0,8700              | 840,0           | 1600,0                     | 6,0       | 0.0000                     |
| 2     | Zdivo CD 36-tl | 0,2900   | 0,5800              | 960,0           | 1250,0                     | 7,0       | 0.0000                     |
| 3     | Omítka vápenoc | 0,0200   | 0,9900              | 790,0           | 2000,0                     | 19,0      | 0.0000                     |
| 4     | Isover EPS 70F | 0,1500   | 0,0390              | 1270,0          | 16,0                       | 30,0      | 0.0000                     |

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

| Číslo | Kompletní název vrstvy        | Interní výpočet tep. vodivosti |
|-------|-------------------------------|--------------------------------|
| 1     | Omítka vápenná                | ---                            |
| 2     | Zdivo CD 36-tl. 360-v. 140 mm | ---                            |
| 3     | Omítka vápenocementová        | ---                            |
| 4     | Isover EPS 70F                | ---                            |

#### Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.13 m<sup>2</sup>K/W  
 dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 0.25 m<sup>2</sup>K/W  
 Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.04 m<sup>2</sup>K/W  
 dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.04 m<sup>2</sup>K/W

Návrhová venkovní teplota Te : -13.0 C  
 Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 20.6 C  
 Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 84.0 %  
 Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHl : 55.0 %

| Měsíc | Délka [dny] | Tai [C] | RHi [%] | Pi [Pa] | Te [C] | RHe [%] | Pe [Pa] |
|-------|-------------|---------|---------|---------|--------|---------|---------|
| 1     | 31          | 20.6    | 55.1    | 1336.3  | -2.4   | 81.2    | 406.1   |
| 2     | 28          | 20.6    | 57.3    | 1389.6  | -0.9   | 80.8    | 457.9   |
| 3     | 31          | 20.6    | 58.8    | 1426.0  | 3.0    | 79.5    | 602.1   |
| 4     | 30          | 20.6    | 60.7    | 1472.1  | 7.7    | 77.5    | 814.1   |
| 5     | 31          | 20.6    | 64.9    | 1573.9  | 12.7   | 74.5    | 1093.5  |
| 6     | 30          | 20.6    | 68.7    | 1666.1  | 15.9   | 72.0    | 1300.1  |

|    |    |      |      |        |      |      |        |
|----|----|------|------|--------|------|------|--------|
| 7  | 31 | 20.6 | 70.8 | 1717.0 | 17.5 | 70.4 | 1407.2 |
| 8  | 31 | 20.6 | 70.1 | 1700.0 | 17.0 | 70.9 | 1373.1 |
| 9  | 30 | 20.6 | 65.6 | 1590.9 | 13.3 | 74.1 | 1131.2 |
| 10 | 31 | 20.6 | 61.0 | 1479.4 | 8.3  | 77.1 | 843.7  |
| 11 | 30 | 20.6 | 58.8 | 1426.0 | 2.9  | 79.5 | 597.9  |
| 12 | 31 | 20.6 | 57.7 | 1399.3 | -0.6 | 80.7 | 468.9  |

Poznámka: Tai, RH<sub>i</sub> a Pi jsou prům. měsíční parametry vnitřního vzduchu (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry) a Te, RHe a Pe jsou prům. měsíční parametry v prostředí na vnější straně konstrukce (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry).

Pro vnitřní prostředí byla uplatněna přírážka k vnitřní relativní vlhkosti : 5.0 %

Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem podle EN ISO 13788.

Počet hodnocených let : 1

## VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

### Teplný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Teplný odpor konstrukce R : 4.008 m<sup>2</sup>K/W  
 Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.239 W/m<sup>2</sup>K

Součinitel prostupu zabudované kce U<sub>k</sub> : 0.26 / 0.29 / 0.34 / 0.44 W/m<sup>2</sup>K  
 Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou podle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

### Difúzní odpor a tepelné akumulační vlastnosti:

Difúzní odpor konstrukce Z<sub>pT</sub> : 3.7E+0010 m/s

Teplotní útlum konstrukce Ny\* podle EN ISO 13786 : 490.6  
 Fázový posun teplotního kmitu Psi\* podle EN ISO 13786 : 13.0 h

### Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor podle ČSN 730540 a EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách T<sub>si,p</sub> : 18.65 C  
 Teplotní faktor v návrhových podmínkách f<sub>Rsi,p</sub> : 0.942

| Číslo<br>měsíce | Minimální požadované hodnoty při max.<br>rel. vlhkosti na vnitřním povrchu: |                     |                       |                     | Vypočtené<br>hodnoty |                  |                      |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------|---------------------|-----------------------|---------------------|----------------------|------------------|----------------------|
|                 | ----- 80% -----                                                             |                     | ----- 100% -----      |                     | T <sub>si</sub> [C]  | f <sub>Rsi</sub> | RH <sub>si</sub> [%] |
|                 | T <sub>si</sub> ,m[C]                                                       | f <sub>Rsi</sub> ,m | T <sub>si</sub> ,m[C] | f <sub>Rsi</sub> ,m |                      |                  |                      |
| 1               | 14.7                                                                        | 0.743               | 11.3                  | 0.595               | 19.3                 | 0.942            | 59.9                 |
| 2               | 15.3                                                                        | 0.753               | 11.9                  | 0.594               | 19.3                 | 0.942            | 61.9                 |
| 3               | 15.7                                                                        | 0.721               | 12.3                  | 0.526               | 19.6                 | 0.942            | 62.6                 |
| 4               | 16.2                                                                        | 0.659               | 12.7                  | 0.391               | 19.8                 | 0.942            | 63.6                 |
| 5               | 17.2                                                                        | 0.576               | 13.8                  | 0.135               | 20.1                 | 0.942            | 66.8                 |
| 6               | 18.2                                                                        | 0.479               | 14.6                  | -----               | 20.3                 | 0.942            | 69.9                 |
| 7               | 18.6                                                                        | 0.365               | 15.1                  | -----               | 20.4                 | 0.942            | 71.6                 |
| 8               | 18.5                                                                        | 0.409               | 15.0                  | -----               | 20.4                 | 0.942            | 71.0                 |
| 9               | 17.4                                                                        | 0.564               | 13.9                  | 0.087               | 20.2                 | 0.942            | 67.3                 |
| 10              | 16.3                                                                        | 0.648               | 12.8                  | 0.367               | 19.9                 | 0.942            | 63.8                 |
| 11              | 15.7                                                                        | 0.723               | 12.3                  | 0.529               | 19.6                 | 0.942            | 62.7                 |
| 12              | 15.4                                                                        | 0.755               | 12.0                  | 0.593               | 19.4                 | 0.942            | 62.3                 |

Poznámka: RH<sub>si</sub> je relativní vlhkost na vnitřním povrchu, T<sub>si</sub> je vnitřní povrchová teplota a f<sub>Rsi</sub> je teplotní faktor.

### Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a částečných tlaků vodní páry v návrhových okrajových podmínkách:

| rozhraní:  | i    | 1-2  | 2-3  | 3-4  | e     |
|------------|------|------|------|------|-------|
| theta [C]: | 19.6 | 19.5 | 15.8 | 15.6 | -12.7 |

p [Pa]: 1334 1314 977 914 166  
 p,sat [Pa]: 2286 2262 1793 1776 203

Poznámka: theta je teplota na rozhraní vrstev, p je předpokládaný částečný tlak vodní páry na rozhraní vrstev a p,sat je částečný tlak nasycené vodní páry na rozhraní vrstev.

**Při venkovní návrhové teplotě nedochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.**

Množství difundující vodní páry Gd : 3.322E-0008 kg/(m2.s)

### Bilance zkondenzované a vypařené vodní páry podle EN ISO 13788:

Roční cyklus č. 1

**V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci vodní páry.**

Poznámka: Hodnocení difúze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

**STOP, Teplota 2015**

## KOMPLEXNÍ POSOUZENÍ SKLADBY STAVEBNÍ KONSTRUKCE Z HLEDISKA ŠÍŘENÍ TEPLA A VODNÍ PÁRY

podle EN ISO 13788, EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

**Teplota 2015**

Název úlohy : **STN5-Obvodová stěna 300mm (sokl)**

Zpracovatel : Ing. David Knill

Zakázka :

Datum : 20.01.2016

### ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Stěna vnější jednoplášťová

Korekce součinitele prostupu dU : 0.020 W/m2K

### Skladba konstrukce (od interiéru) :

| Číslo | Název           | D<br>[m] | Lambda<br>[W/(m.K)] | c<br>[J/(kg.K)] | Ro<br>[kg/m3] | Mi<br>[-] | Ma<br>[kg/m2] |
|-------|-----------------|----------|---------------------|-----------------|---------------|-----------|---------------|
| 1     | Omítka vápenná  | 0,0200   | 0,8700              | 840,0           | 1600,0        | 6,0       | 0.0000        |
| 2     | Zdivo CD 36-tl  | 0,2900   | 0,5800              | 960,0           | 1250,0        | 7,0       | 0.0000        |
| 3     | Omítka vápenoc  | 0,0200   | 0,9900              | 790,0           | 2000,0        | 19,0      | 0.0000        |
| 4     | Isover EPS Sokl | 0,1300   | 0,0350              | 1270,0          | 26,0          | 50,0      | 0.0000        |

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

| Číslo | Kompletní název vrstvy        | Interní výpočet tep. vodivosti |
|-------|-------------------------------|--------------------------------|
| 1     | Omítka vápenná                | ---                            |
| 2     | Zdivo CD 36-tl. 360-v. 140 mm | ---                            |
| 3     | Omítka vápenocementová        | ---                            |

4 Isover EPS Sokl 3000

---

**Okrajové podmínky výpočtu :**

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru  $R_{si}$  : 0.13 m<sup>2</sup>K/W  
 dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty  $R_{si}$  : 0.25 m<sup>2</sup>K/W  
 Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru  $R_{se}$  : 0.04 m<sup>2</sup>K/W  
 dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty  $R_{se}$  : 0.04 m<sup>2</sup>K/W

Návrhová venkovní teplota  $T_e$  : -13.0 C  
 Návrhová teplota vnitřního vzduchu  $T_{ai}$  : 20.6 C  
 Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu  $RH_e$  : 84.0 %  
 Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu  $RH_i$  : 55.0 %

| Měsíc | Délka [dny] | $T_{ai}$ [C] | $RH_i$ [%] | $P_i$ [Pa] | $T_e$ [C] | $RH_e$ [%] | $P_e$ [Pa] |
|-------|-------------|--------------|------------|------------|-----------|------------|------------|
| 1     | 31          | 20.6         | 55.1       | 1336.3     | -2.4      | 81.2       | 406.1      |
| 2     | 28          | 20.6         | 57.3       | 1389.6     | -0.9      | 80.8       | 457.9      |
| 3     | 31          | 20.6         | 58.8       | 1426.0     | 3.0       | 79.5       | 602.1      |
| 4     | 30          | 20.6         | 60.7       | 1472.1     | 7.7       | 77.5       | 814.1      |
| 5     | 31          | 20.6         | 64.9       | 1573.9     | 12.7      | 74.5       | 1093.5     |
| 6     | 30          | 20.6         | 68.7       | 1666.1     | 15.9      | 72.0       | 1300.1     |
| 7     | 31          | 20.6         | 70.8       | 1717.0     | 17.5      | 70.4       | 1407.2     |
| 8     | 31          | 20.6         | 70.1       | 1700.0     | 17.0      | 70.9       | 1373.1     |
| 9     | 30          | 20.6         | 65.6       | 1590.9     | 13.3      | 74.1       | 1131.2     |
| 10    | 31          | 20.6         | 61.0       | 1479.4     | 8.3       | 77.1       | 843.7      |
| 11    | 30          | 20.6         | 58.8       | 1426.0     | 2.9       | 79.5       | 597.9      |
| 12    | 31          | 20.6         | 57.7       | 1399.3     | -0.6      | 80.7       | 468.9      |

Poznámka:  $T_{ai}$ ,  $RH_i$  a  $P_i$  jsou prům. měsíční parametry vnitřního vzduchu (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry) a  $T_e$ ,  $RH_e$  a  $P_e$  jsou prům. měsíční parametry v prostředí na vnější straně konstrukce (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry).

Pro vnitřní prostředí byla uplatněna přírážka k vnitřní relativní vlhkosti : 5.0 %

Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem podle EN ISO 13788.

Počet hodnocených let : 1

**VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :****Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:**

Tepelný odpor konstrukce  $R$  : 3.897 m<sup>2</sup>K/W  
 Součinitel prostupu tepla konstrukce  $U$  : **0.246 W/m<sup>2</sup>K**

Součinitel prostupu zabudované kce  $U_{kc}$  : 0.27 / 0.30 / 0.35 / 0.45 W/m<sup>2</sup>K

Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou podle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

**Difúzní odpor a tepelně akumulční vlastnosti:**

Difúzní odpor konstrukce  $Z_{pT}$  : 4.8E+0010 m/s  
 Teplotní útlum konstrukce  $N_{y^*}$  podle EN ISO 13786 : 477.4  
 Fázový posun teplotního kmitu  $\Psi_{i^*}$  podle EN ISO 13786 : 13.2 h

**Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor podle ČSN 730540 a EN ISO 13788:**

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách  $T_{si,p}$  : 18.59 C  
 Teplotní faktor v návrhových podmínkách  $f_{Rsi,p}$  : **0.940**

|              |                                                                          |                   |
|--------------|--------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| 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  | 14.7     | 0.743   | 11.3     | 0.595   | 19.2   | 0.940 | 60.0    |
| 2  | 15.3     | 0.753   | 11.9     | 0.594   | 19.3   | 0.940 | 62.0    |
| 3  | 15.7     | 0.721   | 12.3     | 0.526   | 19.5   | 0.940 | 62.7    |
| 4  | 16.2     | 0.659   | 12.7     | 0.391   | 19.8   | 0.940 | 63.7    |
| 5  | 17.2     | 0.576   | 13.8     | 0.135   | 20.1   | 0.940 | 66.8    |
| 6  | 18.2     | 0.479   | 14.6     | -----   | 20.3   | 0.940 | 69.9    |
| 7  | 18.6     | 0.365   | 15.1     | -----   | 20.4   | 0.940 | 71.6    |
| 8  | 18.5     | 0.409   | 15.0     | -----   | 20.4   | 0.940 | 71.0    |
| 9  | 17.4     | 0.564   | 13.9     | 0.087   | 20.2   | 0.940 | 67.4    |
| 10 | 16.3     | 0.648   | 12.8     | 0.367   | 19.9   | 0.940 | 63.8    |
| 11 | 15.7     | 0.723   | 12.3     | 0.529   | 19.5   | 0.940 | 62.8    |
| 12 | 15.4     | 0.755   | 12.0     | 0.593   | 19.3   | 0.940 | 62.4    |

Poznámka: RHsi je relativní vlhkost na vnitřním povrchu, Tsi je vnitřní povrchová teplota a f,Rsi je teplotní faktor.

### Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a částečných tlaků vodní páry v návrhových okrajových podmínkách:

| rozhraní:   | i    | 1-2  | 2-3  | 3-4  | e     |
|-------------|------|------|------|------|-------|
| theta [C]:  | 19.6 | 19.4 | 15.6 | 15.5 | -12.7 |
| p [Pa]:     | 1334 | 1318 | 1056 | 1007 | 166   |
| p,sat [Pa]: | 2282 | 2257 | 1776 | 1759 | 203   |

Poznámka: theta je teplota na rozhraní vrstev, p je předpokládaný částečný tlak vodní páry na rozhraní vrstev a p,sat je částečný tlak nasycené vodní páry na rozhraní vrstev.

### **Při venkovní návrhové teplotě nedochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.**

Množství difundující vodní páry Gd : 2.586E-0008 kg/(m2.s)

### Bilance zkondenzované a vypařené vodní páry podle EN ISO 13788:

Roční cyklus č. 1

### **V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci vodní páry.**

Poznámka: Hodnocení difúze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

**STOP, Teplo 2015**

## KOMPLEXNÍ POSOUZENÍ SKLADBY STAVEBNÍ KONSTRUKCE Z HLEDISKA ŠÍŘENÍ TEPLA A VODNÍ PÁRY

podle EN ISO 13788, EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

**Teplo 2015**

Název úlohy : **STN6-Obvodová stěna 500mm**

Zpracovatel : Ing. David Knill

Zakázka :

Datum : 20.01.2016

**ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :**

Typ hodnocené konstrukce : Stěna vnější jednoplášťová  
 Korekce součinitele prostupu dU : 0.020 W/m<sup>2</sup>K

**Skladba konstrukce (od interiéru) :**

| Číslo | Název          | D<br>[m] | Lambda<br>[W/(m.K)] | c<br>[J/(kg.K)] | Ro<br>[kg/m <sup>3</sup> ] | Mi<br>[-] | Ma<br>[kg/m <sup>2</sup> ] |
|-------|----------------|----------|---------------------|-----------------|----------------------------|-----------|----------------------------|
| 1     | Omítka vápenná | 0,0200   | 0,8700              | 840,0           | 1600,0                     | 6,0       | 0.0000                     |
| 2     | Zdivo CD 36-tl | 0,5000   | 0,5800              | 960,0           | 1250,0                     | 7,0       | 0.0000                     |
| 3     | Omítka vápenoc | 0,0200   | 0,9900              | 790,0           | 2000,0                     | 19,0      | 0.0000                     |
| 4     | Isover EPS 70F | 0,1500   | 0,0390              | 1270,0          | 16,0                       | 30,0      | 0.0000                     |

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

| Číslo | Kompletní název vrstvy        | Interní výpočet tep. vodivosti |
|-------|-------------------------------|--------------------------------|
| 1     | Omítka vápenná                | ---                            |
| 2     | Zdivo CD 36-tl. 360-v. 140 mm | ---                            |
| 3     | Omítka vápenocementová        | ---                            |
| 4     | Isover EPS 70F                | ---                            |

**Okrajové podmínky výpočtu :**

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.13 m<sup>2</sup>K/W  
 dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 0.25 m<sup>2</sup>K/W  
 Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.04 m<sup>2</sup>K/W  
 dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.04 m<sup>2</sup>K/W

Návrhová venkovní teplota Te : -13.0 C  
 Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 20.6 C  
 Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 84.0 %  
 Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHl : 55.0 %

| Měsíc | Délka [dny] | Tai [C] | RHi [%] | Pi [Pa] | Te [C] | RHe [%] | Pe [Pa] |
|-------|-------------|---------|---------|---------|--------|---------|---------|
| 1     | 31          | 20.6    | 55.1    | 1336.3  | -2.4   | 81.2    | 406.1   |
| 2     | 28          | 20.6    | 57.3    | 1389.6  | -0.9   | 80.8    | 457.9   |
| 3     | 31          | 20.6    | 58.8    | 1426.0  | 3.0    | 79.5    | 602.1   |
| 4     | 30          | 20.6    | 60.7    | 1472.1  | 7.7    | 77.5    | 814.1   |
| 5     | 31          | 20.6    | 64.9    | 1573.9  | 12.7   | 74.5    | 1093.5  |
| 6     | 30          | 20.6    | 68.7    | 1666.1  | 15.9   | 72.0    | 1300.1  |
| 7     | 31          | 20.6    | 70.8    | 1717.0  | 17.5   | 70.4    | 1407.2  |
| 8     | 31          | 20.6    | 70.1    | 1700.0  | 17.0   | 70.9    | 1373.1  |
| 9     | 30          | 20.6    | 65.6    | 1590.9  | 13.3   | 74.1    | 1131.2  |
| 10    | 31          | 20.6    | 61.0    | 1479.4  | 8.3    | 77.1    | 843.7   |
| 11    | 30          | 20.6    | 58.8    | 1426.0  | 2.9    | 79.5    | 597.9   |
| 12    | 31          | 20.6    | 57.7    | 1399.3  | -0.6   | 80.7    | 468.9   |

Poznámka: Tai, RHl a Pi jsou prům. měsíční parametry vnitřního vzduchu (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry) a Te, RHe a Pe jsou prům. měsíční parametry v prostředí na vnější straně konstrukce (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry).

Pro vnitřní prostředí byla uplatněna přírážka k vnitřní relativní vlhkosti : 5.0 %

Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem podle EN ISO 13788.

Počet hodnocených let : 1

**VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :****Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:**

Tepelný odpor konstrukce R : 4.310 m<sup>2</sup>K/W  
 Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.223 W/m<sup>2</sup>K

Součinitel prostupu zabudované kce U<sub>kc</sub> : 0.24 / 0.27 / 0.32 / 0.42 W/m<sup>2</sup>K  
 Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou podle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

#### Difúzní odpor a tepelně akumulční vlastnosti:

Difuzní odpor konstrukce ZpT : 4.5E+0010 m/s  
 Teplotní útlum konstrukce Ny\* podle EN ISO 13786 : 3031.5  
 Fázový posun teplotního kmitu Psi\* podle EN ISO 13786 : 19.9 h

#### Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor podle ČSN 730540 a EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách T<sub>si,p</sub> : 18.77 C  
 Teplotní faktor v návrhových podmínkách f<sub>Rsi,p</sub> : 0.946

| Číslo<br>měsíce | Minimální požadované hodnoty při max.<br>rel. vlhkosti na vnitřním povrchu: |                    |                       |                    | Vypočtené<br>hodnoty |                  |                      |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------|--------------------|-----------------------|--------------------|----------------------|------------------|----------------------|
|                 | ----- 80% -----                                                             |                    | ----- 100% -----      |                    | T <sub>si</sub> [C]  | f <sub>Rsi</sub> | RH <sub>si</sub> [%] |
|                 | T <sub>si,m</sub> [C]                                                       | f <sub>Rsi,m</sub> | T <sub>si,m</sub> [C] | f <sub>Rsi,m</sub> |                      |                  |                      |
| 1               | 14.7                                                                        | 0.743              | 11.3                  | 0.595              | 19.4                 | 0.946            | 59.5                 |
| 2               | 15.3                                                                        | 0.753              | 11.9                  | 0.594              | 19.4                 | 0.946            | 61.6                 |
| 3               | 15.7                                                                        | 0.721              | 12.3                  | 0.526              | 19.6                 | 0.946            | 62.4                 |
| 4               | 16.2                                                                        | 0.659              | 12.7                  | 0.391              | 19.9                 | 0.946            | 63.4                 |
| 5               | 17.2                                                                        | 0.576              | 13.8                  | 0.135              | 20.2                 | 0.946            | 66.6                 |
| 6               | 18.2                                                                        | 0.479              | 14.6                  | -----              | 20.3                 | 0.946            | 69.8                 |
| 7               | 18.6                                                                        | 0.365              | 15.1                  | -----              | 20.4                 | 0.946            | 71.5                 |
| 8               | 18.5                                                                        | 0.409              | 15.0                  | -----              | 20.4                 | 0.946            | 71.0                 |
| 9               | 17.4                                                                        | 0.564              | 13.9                  | 0.087              | 20.2                 | 0.946            | 67.2                 |
| 10              | 16.3                                                                        | 0.648              | 12.8                  | 0.367              | 19.9                 | 0.946            | 63.6                 |
| 11              | 15.7                                                                        | 0.723              | 12.3                  | 0.529              | 19.6                 | 0.946            | 62.4                 |
| 12              | 15.4                                                                        | 0.755              | 12.0                  | 0.593              | 19.4                 | 0.946            | 62.0                 |

Poznámka: RH<sub>si</sub> je relativní vlhkost na vnitřním povrchu, T<sub>si</sub> je vnitřní povrchová teplota a f<sub>Rsi</sub> je teplotní faktor.

#### Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a částečných tlaků vodní páry v návrhových okrajových podmínkách:

| rozhraní:              | i    | 1-2  | 2-3  | 3-4  | e     |
|------------------------|------|------|------|------|-------|
| theta [C]:             | 19.7 | 19.6 | 13.7 | 13.5 | -12.7 |
| p [Pa]:                | 1334 | 1317 | 837  | 784  | 166   |
| p <sub>sat</sub> [Pa]: | 2296 | 2273 | 1564 | 1550 | 203   |

Poznámka: theta je teplota na rozhraní vrstev, p je předpokládaný částečný tlak vodní páry na rozhraní vrstev a p<sub>sat</sub> je částečný tlak nasycené vodní páry na rozhraní vrstev.

#### **Při venkovní návrhové teplotě nedochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.**

Množství difundující vodní páry G<sub>d</sub> : 2.747E-0008 kg/(m<sup>2</sup>.s)

#### Bilance zkondenzované a vypařené vodní páry podle EN ISO 13788:

Roční cyklus č. 1

#### **V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci vodní páry.**

Poznámka: Hodnocení difúze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

STOP, Teplo 2015

## KOMPLEXNÍ POSOUZENÍ SKLADBY STAVEBNÍ KONSTRUKCE Z HLEDISKA ŠÍŘENÍ TEPLA A VODNÍ PÁRY

podle EN ISO 13788, EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

Teplo 2015

Název úlohy : **STN7-Obvodová stěna 450mm**

Zpracovatel : Ing. David Knill

Zakázka :

Datum : 20.01.2016

### ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Stěna vnější jednoplášťová

Korekce součinitele prostupu dU : 0.020 W/m<sup>2</sup>K

#### Skladba konstrukce (od interiéru) :

| Číslo | Název          | D<br>[m] | Lambda<br>[W/(m.K)] | c<br>[J/(kg.K)] | Ro<br>[kg/m <sup>3</sup> ] | Mi<br>[-] | Ma<br>[kg/m <sup>2</sup> ] |
|-------|----------------|----------|---------------------|-----------------|----------------------------|-----------|----------------------------|
| 1     | Omítka vápenná | 0,0200   | 0,8700              | 840,0           | 1600,0                     | 6,0       | 0.0000                     |
| 2     | Plynosilikát 3 | 0,4500   | 0,2300              | 840,0           | 680,0                      | 10,0      | 0.0000                     |
| 3     | Omítka vápenoc | 0,0200   | 0,9900              | 790,0           | 2000,0                     | 19,0      | 0.0000                     |
| 4     | Isover EPS 70F | 0,1500   | 0,0390              | 1270,0          | 16,0                       | 30,0      | 0.0000                     |

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

| Číslo | Kompletní název vrstvy | Interní výpočet tep. vodivosti |
|-------|------------------------|--------------------------------|
| 1     | Omítka vápenná         | ---                            |
| 2     | Plynosilikát 3         | ---                            |
| 3     | Omítka vápenocementová | ---                            |
| 4     | Isover EPS 70F         | ---                            |

#### Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.13 m<sup>2</sup>K/Wdtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 0.25 m<sup>2</sup>K/WTepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.04 m<sup>2</sup>K/Wdtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.04 m<sup>2</sup>K/W

Návrhová venkovní teplota Te : -13.0 C

Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 20.6 C

Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 84.0 %

Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHl : 55.0 %

| Měsíc | Délka [dny] | Tai [C] | RHi [%] | Pi [Pa] | Te [C] | RHe [%] | Pe [Pa] |
|-------|-------------|---------|---------|---------|--------|---------|---------|
| 1     | 31          | 20.6    | 55.1    | 1336.3  | -2.4   | 81.2    | 406.1   |
| 2     | 28          | 20.6    | 57.3    | 1389.6  | -0.9   | 80.8    | 457.9   |
| 3     | 31          | 20.6    | 58.8    | 1426.0  | 3.0    | 79.5    | 602.1   |



|    |    |      |      |        |      |      |        |
|----|----|------|------|--------|------|------|--------|
| 4  | 30 | 20.6 | 60.7 | 1472.1 | 7.7  | 77.5 | 814.1  |
| 5  | 31 | 20.6 | 64.9 | 1573.9 | 12.7 | 74.5 | 1093.5 |
| 6  | 30 | 20.6 | 68.7 | 1666.1 | 15.9 | 72.0 | 1300.1 |
| 7  | 31 | 20.6 | 70.8 | 1717.0 | 17.5 | 70.4 | 1407.2 |
| 8  | 31 | 20.6 | 70.1 | 1700.0 | 17.0 | 70.9 | 1373.1 |
| 9  | 30 | 20.6 | 65.6 | 1590.9 | 13.3 | 74.1 | 1131.2 |
| 10 | 31 | 20.6 | 61.0 | 1479.4 | 8.3  | 77.1 | 843.7  |
| 11 | 30 | 20.6 | 58.8 | 1426.0 | 2.9  | 79.5 | 597.9  |
| 12 | 31 | 20.6 | 57.7 | 1399.3 | -0.6 | 80.7 | 468.9  |

Poznámka:  $T_{ai}$ ,  $R_{Hi}$  a  $P_i$  jsou prům. měsíční parametry vnitřního vzduchu (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry) a  $T_{e}$ ,  $R_{He}$  a  $P_e$  jsou prům. měsíční parametry v prostředí na vnější straně konstrukce (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry).

Pro vnitřní prostředí byla uplatněna přírážka k vnitřní relativní vlhkosti : 5.0 %

Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem podle EN ISO 13788.

Počet hodnocených let : 1

## VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

### Teplotní odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Teplotní odpor konstrukce  $R$  : 5.200 m<sup>2</sup>K/W

Součinitel prostupu tepla konstrukce  $U$  : 0.186 W/m<sup>2</sup>K

Součinitel prostupu zabudované kce  $U_{kc}$  : 0.21 / 0.24 / 0.29 / 0.39 W/m<sup>2</sup>K

Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou podle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

### Difúzní odpor a tepelně akumulční vlastnosti:

Difúzní odpor konstrukce  $Z_{pT}$  : 5.0E+0010 m/s

Teplotní útlum konstrukce  $N_y^*$  podle EN ISO 13786 : 2665.2

Fázový posun teplotního kmitu  $\Psi_i^*$  podle EN ISO 13786 : 19.7 h

### Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor podle ČSN 730540 a EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách  $T_{si,p}$  : 19.07 °C

Teplotní faktor v návrhových podmínkách  $f_{Rsi,p}$  : 0.954

| Číslo<br>měsíce | Minimální požadované hodnoty při max.<br>rel. vlhkosti na vnitřním povrchu: |             |                  |             | Vypočtené<br>hodnoty |           |               |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------|-------------|------------------|-------------|----------------------|-----------|---------------|
|                 | ----- 80% -----                                                             |             | ----- 100% ----- |             | $T_{si}[°C]$         | $f_{Rsi}$ | $RH_{si}[\%]$ |
|                 | $T_{si},m[°C]$                                                              | $f_{Rsi},m$ | $T_{si},m[°C]$   | $f_{Rsi},m$ |                      |           |               |
| 1               | 14.7                                                                        | 0.743       | 11.3             | 0.595       | 19.6                 | 0.954     | 58.8          |
| 2               | 15.3                                                                        | 0.753       | 11.9             | 0.594       | 19.6                 | 0.954     | 60.9          |
| 3               | 15.7                                                                        | 0.721       | 12.3             | 0.526       | 19.8                 | 0.954     | 61.8          |
| 4               | 16.2                                                                        | 0.659       | 12.7             | 0.391       | 20.0                 | 0.954     | 62.9          |
| 5               | 17.2                                                                        | 0.576       | 13.8             | 0.135       | 20.2                 | 0.954     | 66.4          |
| 6               | 18.2                                                                        | 0.479       | 14.6             | -----       | 20.4                 | 0.954     | 69.6          |
| 7               | 18.6                                                                        | 0.365       | 15.1             | -----       | 20.5                 | 0.954     | 71.4          |
| 8               | 18.5                                                                        | 0.409       | 15.0             | -----       | 20.4                 | 0.954     | 70.8          |
| 9               | 17.4                                                                        | 0.564       | 13.9             | 0.087       | 20.3                 | 0.954     | 67.0          |
| 10              | 16.3                                                                        | 0.648       | 12.8             | 0.367       | 20.0                 | 0.954     | 63.1          |
| 11              | 15.7                                                                        | 0.723       | 12.3             | 0.529       | 19.8                 | 0.954     | 61.8          |
| 12              | 15.4                                                                        | 0.755       | 12.0             | 0.593       | 19.6                 | 0.954     | 61.2          |

Poznámka:  $RH_{si}$  je relativní vlhkost na vnitřním povrchu,  $T_{si}$  je vnitřní povrchová teplota a  $f_{Rsi}$  je teplotní faktor.

### Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a částečných tlaků vodní páry v návrhových okrajových podmínkách:

| rozhraní:   | i    | 1-2  | 2-3  | 3-4  | e     |
|-------------|------|------|------|------|-------|
| theta [C]:  | 19.9 | 19.7 | 8.8  | 8.7  | -12.8 |
| p [Pa]:     | 1334 | 1319 | 766  | 719  | 166   |
| p,sat [Pa]: | 2319 | 2300 | 1133 | 1125 | 202   |

Poznámka: theta je teplota na rozhraní vrstev, p je předpokládaný částečný tlak vodní páry na rozhraní vrstev a p,sat je částečný tlak nasycené vodní páry na rozhraní vrstev.

**Při venkovní návrhové teplotě nedochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.**

Množství difundující vodní páry Gd : 2.458E-0008 kg/(m2.s)

### Bilance zkondenzované a vypařené vodní páry podle EN ISO 13788:

Roční cyklus č. 1

**V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci vodní páry.**

Poznámka: Hodnocení difúze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledek lze získat s pomocí 2D analýzy.

**STOP, Teplo 2015**

## KOMPLEXNÍ POSOUZENÍ SKLADBY STAVEBNÍ KONSTRUKCE Z HLEDISKA ŠÍŘENÍ TEPLA A VODNÍ PÁRY

podle EN ISO 13788, EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

**Teplo 2015**

Název úlohy : **STN8-Obvodový plášť haly**

Zpracovatel : Ing. David Knill

Zakázka :

Datum : 20.01.2016

### ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Stěna vnější jednoplášťová

Korekce součinitele prostupu dU : 0.000 W/m2K

### Skladba konstrukce (od interiéru) :

| Číslo | Název          | D<br>[m] | Lambda<br>[W/(m.K)] | c<br>[J/(kg.K)] | Ro<br>[kg/m3] | Mi<br>[-] | Ma<br>[kg/m2] |
|-------|----------------|----------|---------------------|-----------------|---------------|-----------|---------------|
| 1     | Polyuretan pěn | 0,1200   | 0,0290              | 1510,0          | 35,0          | 220,0     | 0.0000        |

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

**Číslo      Kompletní název vrstvy      Interní výpočet tep. vodivosti**

1      Polyuretan pěnový tuhý opláštěvaný plechem

---

**Okrajové podmínky výpočtu :**

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru  $R_{si}$  : 0.13 m<sup>2</sup>K/W  
 dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty  $R_{si}$  : 0.25 m<sup>2</sup>K/W  
 Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru  $R_{se}$  : 0.04 m<sup>2</sup>K/W  
 dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty  $R_{se}$  : 0.04 m<sup>2</sup>K/W

Návrhová venkovní teplota  $T_e$  : -13.0 C  
 Návrhová teplota vnitřního vzduchu  $T_{ai}$  : 20.6 C  
 Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu  $R_{He}$  : 84.0 %  
 Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu  $R_{Hi}$  : 55.0 %

| Měsíc | Délka [dny] | $T_{ai}$ [C] | $R_{Hi}$ [%] | $P_i$ [Pa] | $T_e$ [C] | $R_{He}$ [%] | $P_e$ [Pa] |
|-------|-------------|--------------|--------------|------------|-----------|--------------|------------|
| 1     | 31          | 20.6         | 55.1         | 1336.3     | -2.4      | 81.2         | 406.1      |
| 2     | 28          | 20.6         | 57.3         | 1389.6     | -0.9      | 80.8         | 457.9      |
| 3     | 31          | 20.6         | 58.8         | 1426.0     | 3.0       | 79.5         | 602.1      |
| 4     | 30          | 20.6         | 60.7         | 1472.1     | 7.7       | 77.5         | 814.1      |
| 5     | 31          | 20.6         | 64.9         | 1573.9     | 12.7      | 74.5         | 1093.5     |
| 6     | 30          | 20.6         | 68.7         | 1666.1     | 15.9      | 72.0         | 1300.1     |
| 7     | 31          | 20.6         | 70.8         | 1717.0     | 17.5      | 70.4         | 1407.2     |
| 8     | 31          | 20.6         | 70.1         | 1700.0     | 17.0      | 70.9         | 1373.1     |
| 9     | 30          | 20.6         | 65.6         | 1590.9     | 13.3      | 74.1         | 1131.2     |
| 10    | 31          | 20.6         | 61.0         | 1479.4     | 8.3       | 77.1         | 843.7      |
| 11    | 30          | 20.6         | 58.8         | 1426.0     | 2.9       | 79.5         | 597.9      |
| 12    | 31          | 20.6         | 57.7         | 1399.3     | -0.6      | 80.7         | 468.9      |

Poznámka:  $T_{ai}$ ,  $R_{Hi}$  a  $P_i$  jsou prům. měsíční parametry vnitřního vzduchu (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry) a  $T_e$ ,  $R_{He}$  a  $P_e$  jsou prům. měsíční parametry v prostředí na vnější straně konstrukce (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry).

Pro vnitřní prostředí byla uplatněna přírážka k vnitřní relativní vlhkosti : 5.0 %

Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem podle EN ISO 13788.

Počet hodnocených let : 1

**VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :****Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:**

Tepelný odpor konstrukce  $R$  : 4.138 m<sup>2</sup>K/W  
 Součinitel prostupu tepla konstrukce  $U$  : **0.232 W/m<sup>2</sup>K**

Součinitel prostupu zabudované kce  $U_{kc}$  : 0.25 / 0.28 / 0.33 / 0.43 W/m<sup>2</sup>K

Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou podle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

**Difúzní odpor a tepelně akumulční vlastnosti:**

Difúzní odpor konstrukce  $Z_{pT}$  : 1.4E+0011 m/s

Teplotní útlum konstrukce  $N_{y^*}$  podle EN ISO 13786 : 33.9

Fázový posun teplotního kmitu  $\Psi_{si^*}$  podle EN ISO 13786 : 1.3 h

**Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor podle ČSN 730540 a EN ISO 13788:**

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách  $T_{si,p}$  : 18.70 C

Teplotní faktor v návrhových podmínkách  $f_{Rsi,p}$  : **0.944**

Číslo měsíce Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:

Vypočtené hodnoty

|  | ----- 80% ----- | ----- 100% ----- |               |             |              |
|--|-----------------|------------------|---------------|-------------|--------------|
|  | $T_{si,m}[C]$   | $f_{Rsi,m}$      | $T_{si,m}[C]$ | $f_{Rsi,m}$ | $R_{Hsi}[%]$ |

|    |      |       |      |       |      |       |      |
|----|------|-------|------|-------|------|-------|------|
| 1  | 14.7 | 0.743 | 11.3 | 0.595 | 19.3 | 0.944 | 59.7 |
| 2  | 15.3 | 0.753 | 11.9 | 0.594 | 19.4 | 0.944 | 61.8 |
| 3  | 15.7 | 0.721 | 12.3 | 0.526 | 19.6 | 0.944 | 62.5 |
| 4  | 16.2 | 0.659 | 12.7 | 0.391 | 19.9 | 0.944 | 63.5 |
| 5  | 17.2 | 0.576 | 13.8 | 0.135 | 20.2 | 0.944 | 66.7 |
| 6  | 18.2 | 0.479 | 14.6 | ----- | 20.3 | 0.944 | 69.8 |
| 7  | 18.6 | 0.365 | 15.1 | ----- | 20.4 | 0.944 | 71.6 |
| 8  | 18.5 | 0.409 | 15.0 | ----- | 20.4 | 0.944 | 71.0 |
| 9  | 17.4 | 0.564 | 13.9 | 0.087 | 20.2 | 0.944 | 67.3 |
| 10 | 16.3 | 0.648 | 12.8 | 0.367 | 19.9 | 0.944 | 63.7 |
| 11 | 15.7 | 0.723 | 12.3 | 0.529 | 19.6 | 0.944 | 62.5 |
| 12 | 15.4 | 0.755 | 12.0 | 0.593 | 19.4 | 0.944 | 62.1 |

Poznámka: RHsi je relativní vlhkost na vnitřním povrchu, Tsi je vnitřní povrchová teplota a f,Rsi je teplotní faktor.

### **Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540:** (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a částečných tlaků vodní páry v návrhových okrajových podmínkách:

| rozhraní:   | i    | e     |
|-------------|------|-------|
| theta [C]:  | 19.6 | -12.7 |
| p [Pa]:     | 1334 | 166   |
| p,sat [Pa]: | 2278 | 204   |

Poznámka: theta je teplota na rozhraní vrstev, p je předpokládaný částečný tlak vodní páry na rozhraní vrstev a p,sat je částečný tlak nasycené vodní páry na rozhraní vrstev.

Při venkovní návrhové teplotě dochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.

| Kond.zóna číslo | Hranice kondenzační zóny levá [m] | pravá [m] | Kondenzující množství vodní páry [kg/(m2s)] |
|-----------------|-----------------------------------|-----------|---------------------------------------------|
| 1               | 0.0864                            | 0.0979    | 1.940E-0009                                 |

### **Roční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry:**

Množství zkondenzované vodní páry za rok  $M_{c,a}$ : **0.0011 kg/(m2.rok)**

Množství vypařitelné vodní páry za rok  $M_{ev,a}$ : **0.5034 kg/(m2.rok)**

Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než -10.0 C.

### **Bilance zkondenzované a vypařené vodní páry podle EN ISO 13788:**

Roční cyklus č. 1

**V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci vodní páry.**

Poznámka: Hodnocení difúze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

STOP, Teplo 2015

## **KOMPLEXNÍ POSOUZENÍ SKLADBY STAVEBNÍ KONSTRUKCE Z HLEDISKA ŠÍŘENÍ TEPLA A VODNÍ PÁRY**

podle EN ISO 13788, EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

Teplo 2015

Název úlohy : **SCH1-Střecha plochá**

Zpracovatel : Ing. David Knill

Zakázka :

Datum : 21.01.2016

**ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :**

Typ hodnocené konstrukce : Střecha jednovrstevná

Korekce součinitele prostupu dU : 0.020 W/m<sup>2</sup>K**Skladba konstrukce (od interiéru) :**

| Číslo | Název          | D<br>[m] | Lambda<br>[W/(m.K)] | c<br>[J/(kg.K)] | Ro<br>[kg/m <sup>3</sup> ] | Mi<br>[-] | Ma<br>[kg/m <sup>2</sup> ] |
|-------|----------------|----------|---------------------|-----------------|----------------------------|-----------|----------------------------|
| 1     | Omítka vápenná | 0,0200   | 0,8700              | 840,0           | 1600,0                     | 6,0       | 0.0000                     |
| 2     | Dutinový panel | 0,1900   | 1,2000              | 840,0           | 1200,0                     | 23,0      | 0.0000                     |
| 3     | Beton hutný 1  | 0,1000   | 1,2300              | 1020,0          | 2100,0                     | 17,0      | 0.0000                     |
| 4     | Škvárobeton 1  | 0,1000   | 0,5200              | 830,0           | 1000,0                     | 6,0       | 0.0000                     |
| 5     | Isover EPS 100 | 0,2500   | 0,0370              | 1270,0          | 21,0                       | 50,0      | 0.0000                     |

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

| Číslo | Kompletní název vrstvy | Interní výpočet tep. vodivosti |
|-------|------------------------|--------------------------------|
| 1     | Omítka vápenná         | ---                            |
| 2     | Dutinový panel         | ---                            |
| 3     | Beton hutný 1          | ---                            |
| 4     | Škvárobeton 1          | ---                            |
| 5     | Isover EPS 100S        | ---                            |

**Okrajové podmínky výpočtu :**Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.10 m<sup>2</sup>K/Wdtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 0.25 m<sup>2</sup>K/WTepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.04 m<sup>2</sup>K/Wdtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.04 m<sup>2</sup>K/W

Návrhová venkovní teplota Te : -13.0 C

Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 20.6 C

Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 84.0 %

Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHi : 55.0 %

| Měsíc | Délka [dny] | Tai [C] | RHi [%] | Pi [Pa] | Te [C] | RHe [%] | Pe [Pa] |
|-------|-------------|---------|---------|---------|--------|---------|---------|
| 1     | 31          | 20.6    | 55.1    | 1336.3  | -4.4   | 81.2    | 342.9   |
| 2     | 28          | 20.6    | 57.3    | 1389.6  | -2.9   | 80.8    | 387.4   |
| 3     | 31          | 20.6    | 58.8    | 1426.0  | 1.0    | 79.5    | 521.8   |
| 4     | 30          | 20.6    | 60.7    | 1472.1  | 5.7    | 77.5    | 709.4   |
| 5     | 31          | 20.6    | 64.9    | 1573.9  | 10.7   | 74.5    | 958.1   |
| 6     | 30          | 20.6    | 68.7    | 1666.1  | 13.9   | 72.0    | 1142.9  |
| 7     | 31          | 20.6    | 70.8    | 1717.0  | 15.5   | 70.4    | 1239.1  |
| 8     | 31          | 20.6    | 70.1    | 1700.0  | 15.0   | 70.9    | 1208.4  |
| 9     | 30          | 20.6    | 65.6    | 1590.9  | 11.3   | 74.1    | 991.8   |
| 10    | 31          | 20.6    | 61.0    | 1479.4  | 6.3    | 77.1    | 735.7   |
| 11    | 30          | 20.6    | 58.8    | 1426.0  | 0.9    | 79.5    | 518.1   |
| 12    | 31          | 20.6    | 57.7    | 1399.3  | -2.6   | 80.7    | 396.8   |

Poznámka: Tai, RHi a Pi jsou prům. měsíční parametry vnitřního vzduchu (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry) a Te, RHe a Pe jsou prům. měsíční parametry v prostředí na vnější straně konstrukce (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry).

Průměrná měsíční venkovní teplota Te byla v souladu s EN ISO 13788 snížena o 2 C

(orientační zohlednění výměny tepla sáláním mezi střechou a oblohou).

Pro vnitřní prostředí byla uplatněna přírážka k vnitřní relativní vlhkosti : 5.0 %

Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem podle EN ISO 13788.

Počet hodnocených let : 1

## VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

### Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 6.269 m<sup>2</sup>K/W

Součinitel prostupu tepla konstrukce U : **0.156 W/m<sup>2</sup>K**

Součinitel prostupu zabudované kce U<sub>k,c</sub> : 0.18 / 0.21 / 0.26 / 0.36 W/m<sup>2</sup>K

Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou podle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

### Difúzní odpor a tepelně akumulční vlastnosti:

Difúzní odpor konstrukce Z<sub>pT</sub> : 1.0E+0011 m/s

Teplotní útlum konstrukce Ny\* podle EN ISO 13786 : 944.3

Fázový posun teplotního kmitu Psi\* podle EN ISO 13786 : 13.8 h

### Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor podle ČSN 730540 a EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách T<sub>si,p</sub> : 19.32 C

Teplotní faktor v návrhových podmínkách f<sub>Rsi,p</sub> : **0.962**

| Číslo<br>měsíce | Minimální požadované hodnoty při max.<br>rel. vlhkosti na vnitřním povrchu: |                    |                       |                    | Vypočtené<br>hodnoty |                  |                      |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------|--------------------|-----------------------|--------------------|----------------------|------------------|----------------------|
|                 | ----- 80% -----                                                             |                    | ----- 100% -----      |                    |                      |                  |                      |
|                 | T <sub>si,m</sub> [C]                                                       | f <sub>Rsi,m</sub> | T <sub>si,m</sub> [C] | f <sub>Rsi,m</sub> | T <sub>si</sub> [C]  | f <sub>Rsi</sub> | RH <sub>si</sub> [%] |
| 1               | 14.7                                                                        | 0.763              | 11.3                  | 0.627              | 19.6                 | 0.962            | 58.4                 |
| 2               | 15.3                                                                        | 0.774              | 11.9                  | 0.628              | 19.7                 | 0.962            | 60.6                 |
| 3               | 15.7                                                                        | 0.750              | 12.3                  | 0.574              | 19.9                 | 0.962            | 61.6                 |
| 4               | 16.2                                                                        | 0.704              | 12.7                  | 0.473              | 20.0                 | 0.962            | 62.9                 |
| 5               | 17.2                                                                        | 0.662              | 13.8                  | 0.310              | 20.2                 | 0.962            | 66.4                 |
| 6               | 18.2                                                                        | 0.635              | 14.6                  | 0.112              | 20.3                 | 0.962            | 69.8                 |
| 7               | 18.6                                                                        | 0.614              | 15.1                  | -----              | 20.4                 | 0.962            | 71.7                 |
| 8               | 18.5                                                                        | 0.620              | 15.0                  | -----              | 20.4                 | 0.962            | 71.0                 |
| 9               | 17.4                                                                        | 0.658              | 13.9                  | 0.283              | 20.2                 | 0.962            | 67.1                 |
| 10              | 16.3                                                                        | 0.697              | 12.8                  | 0.456              | 20.1                 | 0.962            | 63.1                 |
| 11              | 15.7                                                                        | 0.751              | 12.3                  | 0.577              | 19.8                 | 0.962            | 61.6                 |
| 12              | 15.4                                                                        | 0.776              | 12.0                  | 0.628              | 19.7                 | 0.962            | 60.9                 |

Poznámka: RH<sub>si</sub> je relativní vlhkost na vnitřním povrchu, T<sub>si</sub> je vnitřní povrchová teplota a f<sub>Rsi</sub> je teplotní faktor.

### Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a částečných tlaků vodní páry v návrhových okrajových podmínkách:

| rozhraní:              | i    | 1-2  | 2-3  | 3-4  | 4-5  | e     |
|------------------------|------|------|------|------|------|-------|
| theta [C]:             | 20.1 | 20.0 | 19.3 | 18.9 | 18.1 | -12.8 |
| p [Pa]:                | 1334 | 1327 | 1062 | 959  | 923  | 166   |
| p <sub>sat</sub> [Pa]: | 2358 | 2342 | 2240 | 2188 | 2071 | 201   |

Poznámka: theta je teplota na rozhraní vrstev, p je předpokládaný částečný tlak vodní páry na rozhraní vrstev a p<sub>sat</sub> je částečný tlak nasycené vodní páry na rozhraní vrstev.

**Při venkovní návrhové teplotě nedochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.**

Množství difundující vodní páry G<sub>d</sub> : 1.210E-0008 kg/(m<sup>2</sup>.s)

**Bilance zkondenzované a vypařené vodní páry podle EN ISO 13788:**

Roční cyklus č. 1

**V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci vodní páry.**

Poznámka: Hodnocení difúze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

STOP, Teplo 2015

## KOMPLEXNÍ POSOUZENÍ SKLADBY STAVEBNÍ KONSTRUKCE Z HLEDISKA ŠÍŘENÍ TEPLA A VODNÍ PÁRY

podle EN ISO 13788, EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

Teplo 2015

Název úlohy : **SCH2-Střecha plochá**

Zpracovatel : Ing. David Knill

Zakázka :

Datum : 21.01.2016

**ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :**

Typ hodnocené konstrukce : Střecha jednoplášťová

Korekce součinitele prostupu dU : 0.020 W/m2K

**Skladba konstrukce (od interiéru) :**

| Číslo | Název          | D<br>[m] | Lambda<br>[W/(m.K)] | c<br>[J/(kg.K)] | Ro<br>[kg/m3] | Mi<br>[-] | Ma<br>[kg/m2] |
|-------|----------------|----------|---------------------|-----------------|---------------|-----------|---------------|
| 1     | Omítka vápenná | 0,0200   | 0,8700              | 840,0           | 1600,0        | 6,0       | 0.0000        |
| 2     | Dutinový panel | 0,2500   | 1,2000              | 840,0           | 1200,0        | 23,0      | 0.0000        |
| 3     | Škvára         | 0,1000   | 0,2700              | 750,0           | 750,0         | 3,0       | 0.0000        |
| 4     | Plynosilikát 1 | 0,1000   | 0,1800              | 840,0           | 480,0         | 7,0       | 0.0000        |
| 5     | Beton hutný 1  | 0,0300   | 1,2300              | 1020,0          | 2100,0        | 17,0      | 0.0000        |
| 6     | Sklobit        | 0,0012   | 0,2100              | 1470,0          | 1200,0        | 49250,0   | 0.0000        |
| 7     | Isover EPS 100 | 0,2200   | 0,0370              | 1270,0          | 21,0          | 50,0      | 0.0000        |

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

| Číslo | Kompletní název vrstvy | Interní výpočet tep. vodivosti |
|-------|------------------------|--------------------------------|
| 1     | Omítka vápenná         | ---                            |
| 2     | Dutinový panel         | ---                            |
| 3     | Škvára                 | ---                            |
| 4     | Plynosilikát 1         | ---                            |
| 5     | Beton hutný 1          | ---                            |
| 6     | Sklobit                | ---                            |
| 7     | Isover EPS 100S        | ---                            |

**Okrajové podmínky výpočtu :**

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru  $R_{si}$  : 0.10 m<sup>2</sup>K/W  
 dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty  $R_{si}$  : 0.25 m<sup>2</sup>K/W  
 Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru  $R_{se}$  : 0.04 m<sup>2</sup>K/W  
 dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty  $R_{se}$  : 0.04 m<sup>2</sup>K/W

Návrhová venkovní teplota  $T_e$  : -13.0 C  
 Návrhová teplota vnitřního vzduchu  $T_{ai}$  : 20.6 C  
 Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu  $R_{He}$  : 84.0 %  
 Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu  $R_{Hi}$  : 55.0 %

| Měsíc | Délka [dny] | $T_{ai}$ [C] | $R_{Hi}$ [%] | $P_i$ [Pa] | $T_e$ [C] | $R_{He}$ [%] | $P_e$ [Pa] |
|-------|-------------|--------------|--------------|------------|-----------|--------------|------------|
| 1     | 31          | 20.6         | 55.1         | 1336.3     | -4.4      | 81.2         | 342.9      |
| 2     | 28          | 20.6         | 57.3         | 1389.6     | -2.9      | 80.8         | 387.4      |
| 3     | 31          | 20.6         | 58.8         | 1426.0     | 1.0       | 79.5         | 521.8      |
| 4     | 30          | 20.6         | 60.7         | 1472.1     | 5.7       | 77.5         | 709.4      |
| 5     | 31          | 20.6         | 64.9         | 1573.9     | 10.7      | 74.5         | 958.1      |
| 6     | 30          | 20.6         | 68.7         | 1666.1     | 13.9      | 72.0         | 1142.9     |
| 7     | 31          | 20.6         | 70.8         | 1717.0     | 15.5      | 70.4         | 1239.1     |
| 8     | 31          | 20.6         | 70.1         | 1700.0     | 15.0      | 70.9         | 1208.4     |
| 9     | 30          | 20.6         | 65.6         | 1590.9     | 11.3      | 74.1         | 991.8      |
| 10    | 31          | 20.6         | 61.0         | 1479.4     | 6.3       | 77.1         | 735.7      |
| 11    | 30          | 20.6         | 58.8         | 1426.0     | 0.9       | 79.5         | 518.1      |
| 12    | 31          | 20.6         | 57.7         | 1399.3     | -2.6      | 80.7         | 396.8      |

Poznámka:  $T_{ai}$ ,  $R_{Hi}$  a  $P_i$  jsou prům. měsíční parametry vnitřního vzduchu (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry) a  $T_e$ ,  $R_{He}$  a  $P_e$  jsou prům. měsíční parametry v prostředí na vnější straně konstrukce (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry).

Průměrná měsíční venkovní teplota  $T_e$  byla v souladu s EN ISO 13788 snížena o 2 C (orientační zohlednění výměny tepla sáláním mezi střechou a oblohou).

Pro vnitřní prostředí byla uplatněna přírážka k vnitřní relativní vlhkosti : 5.0 %

Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem podle EN ISO 13788.

Počet hodnocených let : 1

**VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :****Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:**

Tepelný odpor konstrukce  $R$  : 6.210 m<sup>2</sup>K/W  
 Součinitel prostupu tepla konstrukce  $U$  : **0.157 W/m<sup>2</sup>K**

Součinitel prostupu zabudované kce  $U_{kc}$  : 0.18 / 0.21 / 0.26 / 0.36 W/m<sup>2</sup>K  
 Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou podle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

**Difúzní odpor a tepelné akumulační vlastnosti:**

Difúzní odpor konstrukce  $Z_{pT}$  : 4.1E+0011 m/s

Teplotní útlum konstrukce  $N_y^*$  podle EN ISO 13786 : 2601.4

Fázový posun teplotního kmitu  $\Psi_i^*$  podle EN ISO 13786 : 17.8 h

**Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor podle ČSN 730540 a EN ISO 13788:**

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách  $T_{si,p}$  : 19.31 C

Teplotní faktor v návrhových podmínkách  $f_{Rsi,p}$  : **0.962**

|              |                                                                          |                   |
|--------------|--------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| 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  | 14.7            | 0.763   | 11.3             | 0.627   | 19.6   | 0.962 | 58.5    |
| 2  | 15.3            | 0.774   | 11.9             | 0.628   | 19.7   | 0.962 | 60.6    |
| 3  | 15.7            | 0.750   | 12.3             | 0.574   | 19.8   | 0.962 | 61.6    |
| 4  | 16.2            | 0.704   | 12.7             | 0.473   | 20.0   | 0.962 | 62.9    |
| 5  | 17.2            | 0.662   | 13.8             | 0.310   | 20.2   | 0.962 | 66.4    |
| 6  | 18.2            | 0.635   | 14.6             | 0.112   | 20.3   | 0.962 | 69.8    |
| 7  | 18.6            | 0.614   | 15.1             | -----   | 20.4   | 0.962 | 71.7    |
| 8  | 18.5            | 0.620   | 15.0             | -----   | 20.4   | 0.962 | 71.0    |
| 9  | 17.4            | 0.658   | 13.9             | 0.283   | 20.2   | 0.962 | 67.1    |
| 10 | 16.3            | 0.697   | 12.8             | 0.456   | 20.0   | 0.962 | 63.1    |
| 11 | 15.7            | 0.751   | 12.3             | 0.577   | 19.8   | 0.962 | 61.6    |
| 12 | 15.4            | 0.776   | 12.0             | 0.628   | 19.7   | 0.962 | 61.0    |

Poznámka: RHsi je relativní vlhkost na vnitřním povrchu, Tsi je vnitřní povrchová teplota a f,Rsi je teplotní faktor.

### Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a částečných tlaků vodní páry v návrhových okrajových podmínkách:

| rozhraní:   | i    | 1-2  | 2-3  | 3-4  | 4-5  | 5-6  | 6-7  | e     |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| theta [C]:  | 20.1 | 20.0 | 19.1 | 17.4 | 14.8 | 14.7 | 14.7 | -12.8 |
| p [Pa]:     | 1334 | 1332 | 1245 | 1241 | 1230 | 1223 | 332  | 166   |
| p,sat [Pa]: | 2357 | 2342 | 2206 | 1981 | 1682 | 1670 | 1667 | 201   |

Poznámka: theta je teplota na rozhraní vrstev, p je předpokládaný částečný tlak vodní páry na rozhraní vrstev a p,sat je částečný tlak nasycené vodní páry na rozhraní vrstev.

### **Při venkovní návrhové teplotě nedochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.**

Množství difundující vodní páry Gd : 3.014E-0009 kg/(m2.s)

### Bilance zkondenzované a vypařené vodní páry podle EN ISO 13788:

Roční cyklus č. 1

### **V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci vodní páry.**

Poznámka: Hodnocení difúze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

**STOP, Teplota 2015**

## KOMPLEXNÍ POSOUZENÍ SKLADBY STAVEBNÍ KONSTRUKCE Z HLEDISKA ŠÍŘENÍ TEPLA A VODNÍ PÁRY

podle EN ISO 13788, EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

**Teplota 2015**

Název úlohy : **STRn-Strop nad tělocvičnou**

Zpracovatel : Ing. David Knill

Zakázka :

Datum : 21.01.2016

**ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :**

Typ hodnocené konstrukce : Strop pod nevytápěným či méně vytáp. vnitřním prostorem  
 Korekce součinitele prostupu dU : 0.020 W/m<sup>2</sup>K

**Skladba konstrukce (od interiéru) :**

| Číslo | Název          | D<br>[m] | Lambda<br>[W/(m.K)] | c<br>[J/(kg.K)] | Ro<br>[kg/m <sup>3</sup> ] | Mi<br>[-] | Ma<br>[kg/m <sup>2</sup> ] |
|-------|----------------|----------|---------------------|-----------------|----------------------------|-----------|----------------------------|
| 1     | Pěnový polysty | 0,0500   | 0,0440              | 1270,0          | 20,0                       | 50,0      | 0.0000                     |
| 2     | Isover EPS 100 | 0,2000   | 0,0370              | 1270,0          | 21,0                       | 50,0      | 0.0000                     |

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

| Číslo | Kompletní název vrstvy             | Interní výpočet tep. vodivosti |
|-------|------------------------------------|--------------------------------|
| 1     | Pěnový polystyren 2 (do roku 2003) | ---                            |
| 2     | Isover EPS 100S                    | ---                            |

**Okrajové podmínky výpočtu :**

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.10 m<sup>2</sup>K/W  
 dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 0.25 m<sup>2</sup>K/W  
 Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.10 m<sup>2</sup>K/W  
 dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.10 m<sup>2</sup>K/W

Návrhová venkovní teplota Te : -15.0 C  
 Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 20.6 C  
 Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 84.0 %  
 Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHl : 55.0 %

| Měsíc | Délka [dny] | Tai [C] | RHi [%] | Pi [Pa] | Te [C] | RHe [%] | Pe [Pa] |
|-------|-------------|---------|---------|---------|--------|---------|---------|
| 1     | 31          | 20.6    | 55.1    | 1336.3  | -2.4   | 81.2    | 406.1   |
| 2     | 28          | 20.6    | 57.3    | 1389.6  | -0.5   | 80.7    | 472.8   |
| 3     | 31          | 20.6    | 58.8    | 1426.0  | 3.2    | 79.4    | 610.0   |
| 4     | 30          | 20.6    | 60.7    | 1472.1  | 8.1    | 77.3    | 834.5   |
| 5     | 31          | 20.6    | 64.9    | 1573.9  | 13.1   | 74.2    | 1118.0  |
| 6     | 30          | 20.6    | 68.7    | 1666.1  | 16.2   | 71.7    | 1319.7  |
| 7     | 31          | 20.6    | 70.8    | 1717.0  | 17.5   | 70.4    | 1407.2  |
| 8     | 31          | 20.6    | 70.1    | 1700.0  | 17.0   | 70.9    | 1373.1  |
| 9     | 30          | 20.6    | 65.6    | 1590.9  | 13.3   | 74.1    | 1131.2  |
| 10    | 31          | 20.6    | 61.0    | 1479.4  | 8.6    | 77.0    | 859.9   |
| 11    | 30          | 20.6    | 58.8    | 1426.0  | 3.3    | 79.4    | 614.3   |
| 12    | 31          | 20.6    | 57.7    | 1399.3  | -0.5   | 80.7    | 472.8   |

Poznámka: Tai, RHl a Pi jsou prům. měsíční parametry vnitřního vzduchu (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry) a Te, RHe a Pe jsou prům. měsíční parametry v prostředí na vnější straně konstrukce (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry).

Pro vnitřní prostředí byla uplatněna přírážka k vnitřní relativní vlhkosti : 5.0 %

Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem podle EN ISO 13788.

Počet hodnocených let : 1

**VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :****Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:**

Tepelný odpor konstrukce R : 5.741 m<sup>2</sup>K/W

Součinitel prostupu tepla konstrukce U : **0.168 W/m<sup>2</sup>K**

Součinitel prostupu zabudované kce U<sub>k</sub> : 0.19 / 0.22 / 0.27 / 0.37 W/m<sup>2</sup>K

Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou podle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

### Difúzní odpor a tepelně akumulční vlastnosti:

Difúzní odpor konstrukce ZpT : 6.6E+0010 m/s

Teplotní útlum konstrukce Ny\* podle EN ISO 13786 : 71.4

Fázový posun teplotního kmitu Psi\* podle EN ISO 13786 : 2.1 h

### Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor podle ČSN 730540 a EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách T<sub>si,p</sub> : 19.14 C

Teplotní faktor v návrhových podmínkách f<sub>Rsi,p</sub> : **0.959**

| Číslo<br>měsíce | Minimální požadované hodnoty při max.<br>rel. vlhkosti na vnitřním povrchu: |                    |                       |                    | Vypočtené<br>hodnoty |                  |                      |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------|--------------------|-----------------------|--------------------|----------------------|------------------|----------------------|
|                 | ----- 80% -----                                                             |                    | ----- 100% -----      |                    |                      |                  |                      |
|                 | T <sub>si,m</sub> [C]                                                       | f <sub>Rsi,m</sub> | T <sub>si,m</sub> [C] | f <sub>Rsi,m</sub> | T <sub>si</sub> [C]  | f <sub>Rsi</sub> | RH <sub>si</sub> [%] |
| 1               | 14.7                                                                        | 0.743              | 11.3                  | 0.595              | 19.7                 | 0.959            | 58.4                 |
| 2               | 15.3                                                                        | 0.749              | 11.9                  | 0.586              | 19.7                 | 0.959            | 60.5                 |
| 3               | 15.7                                                                        | 0.718              | 12.3                  | 0.521              | 19.9                 | 0.959            | 61.5                 |
| 4               | 16.2                                                                        | 0.648              | 12.7                  | 0.372              | 20.1                 | 0.959            | 62.7                 |
| 5               | 17.2                                                                        | 0.553              | 13.8                  | 0.089              | 20.3                 | 0.959            | 66.1                 |
| 6               | 18.2                                                                        | 0.444              | 14.6                  | -----              | 20.4                 | 0.959            | 69.5                 |
| 7               | 18.6                                                                        | 0.365              | 15.1                  | -----              | 20.5                 | 0.959            | 71.4                 |
| 8               | 18.5                                                                        | 0.409              | 15.0                  | -----              | 20.5                 | 0.959            | 70.7                 |
| 9               | 17.4                                                                        | 0.564              | 13.9                  | 0.087              | 20.3                 | 0.959            | 66.8                 |
| 10              | 16.3                                                                        | 0.639              | 12.8                  | 0.352              | 20.1                 | 0.959            | 62.9                 |
| 11              | 15.7                                                                        | 0.717              | 12.3                  | 0.518              | 19.9                 | 0.959            | 61.4                 |
| 12              | 15.4                                                                        | 0.754              | 12.0                  | 0.591              | 19.7                 | 0.959            | 60.9                 |

Poznámka: RH<sub>si</sub> je relativní vlhkost na vnitřním povrchu, T<sub>si</sub> je vnitřní povrchová teplota a f<sub>Rsi</sub> je teplotní faktor.

### Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a částečných tlaků vodní páry v návrhových okrajových podmínkách:

| rozhraní:              | i    | 1-2  | e     |
|------------------------|------|------|-------|
| theta [C]:             | 20.1 | 14.1 | -14.5 |
| p [Pa]:                | 1334 | 1095 | 138   |
| p <sub>sat</sub> [Pa]: | 2347 | 1605 | 173   |

Poznámka: theta je teplota na rozhraní vrstev, p je předpokládaný částečný tlak vodní páry na rozhraní vrstev a p<sub>sat</sub> je částečný tlak nasycené vodní páry na rozhraní vrstev.

Při venkovní návrhové teplotě dochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.

| Kond.zóna<br>číslo | Hranice kondenzační zóny<br>levá [m] | pravá [m] | Kondenzující množství<br>vodní páry [kg/(m <sup>2</sup> s)] |
|--------------------|--------------------------------------|-----------|-------------------------------------------------------------|
| 1                  | 0.1790                               | 0.2060    | 5.244E-0009                                                 |

### Roční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry:

Množství zkondenzované vodní páry za rok M<sub>c,a</sub>: **0.0030 kg/(m<sup>2</sup>.rok)**

Množství vypařitelné vodní páry za rok M<sub>ev,a</sub>: **1.1139 kg/(m<sup>2</sup>.rok)**

Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než -10.0 C.

### Bilance zkondenzované a vypařené vodní páry podle EN ISO 13788:

Roční cyklus č. 1

**V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci vodní páry.**

Poznámka: Hodnocení difúze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

**STOP, Teplo 2015**

## KOMPLEXNÍ POSOUZENÍ SKLADBY STAVEBNÍ KONSTRUKCE Z HLEDISKA ŠÍŘENÍ TEPLA A VODNÍ PÁRY

podle EN ISO 13788, EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

**Teplo 2015**

Název úlohy : **PDL1z-Podlaha na zemině**

Zpracovatel : Ing. David Knill

Zakázka :

Datum : 21.01.2016

### ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Podlaha na zemině  
Korekce součinitele prostupu dU : 0.000 W/m2K

#### Skladba konstrukce (od interiéru) :

| Číslo | Název          | D<br>[m] | Lambda<br>[W/(m.K)] | c<br>[J/(kg.K)] | Ro<br>[kg/m3] | Mi<br>[-] | Ma<br>[kg/m2] |
|-------|----------------|----------|---------------------|-----------------|---------------|-----------|---------------|
| 1     | Dlažba keramic | 0,0100   | 1,0100              | 840,0           | 2000,0        | 200,0     | 0.0000        |
| 2     | Beton hutný 1  | 0,0600   | 1,2300              | 1020,0          | 2100,0        | 17,0      | 0.0000        |
| 3     | Pěnový polysty | 0,0400   | 0,0410              | 1270,0          | 20,0          | 50,0      | 0.0000        |

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

| Číslo | Kompletní název vrstvy             | Interní výpočet tep. vodivosti |
|-------|------------------------------------|--------------------------------|
| 1     | Dlažba keramická                   | ---                            |
| 2     | Beton hutný 1                      | ---                            |
| 3     | Pěnový polystyren 2 (do roku 2003) | ---                            |

#### Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.17 m2K/W  
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 0.25 m2K/W  
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.00 m2K/W  
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.00 m2K/W

Návrhová venkovní teplota Te : 7.9 C  
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 20.6 C  
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 100.0 %  
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHl : 55.0 %

| Měsíc | Délka [dny] | Tai [C] | RHi [%] | Pi [Pa] | Te [C] | RHe [%] | Pe [Pa] |
|-------|-------------|---------|---------|---------|--------|---------|---------|
| 1     | 31          | 20.6    | 55.1    | 1336.3  | 3.6    | 100.0   | 790.2   |
| 2     | 28          | 20.6    | 57.3    | 1389.6  | 2.7    | 100.0   | 741.4   |
| 3     | 31          | 20.6    | 58.8    | 1426.0  | 3.5    | 100.0   | 784.7   |
| 4     | 30          | 20.6    | 60.7    | 1472.1  | 5.4    | 100.0   | 896.5   |
| 5     | 31          | 20.6    | 64.9    | 1573.9  | 7.8    | 100.0   | 1057.7  |
| 6     | 30          | 20.6    | 68.7    | 1666.1  | 10.3   | 100.0   | 1252.2  |
| 7     | 31          | 20.6    | 70.8    | 1717.0  | 11.9   | 100.0   | 1392.6  |
| 8     | 31          | 20.6    | 70.1    | 1700.0  | 12.7   | 100.0   | 1467.8  |
| 9     | 30          | 20.6    | 65.6    | 1590.9  | 12.4   | 100.0   | 1439.2  |
| 10    | 31          | 20.6    | 61.0    | 1479.4  | 10.6   | 100.0   | 1277.5  |
| 11    | 30          | 20.6    | 58.8    | 1426.0  | 8.1    | 100.0   | 1079.5  |
| 12    | 31          | 20.6    | 57.7    | 1399.3  | 5.4    | 100.0   | 896.5   |

Poznámka: Tai, RHi a Pi jsou prům. měsíční parametry vnitřního vzduchu (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry) a Te, RHe a Pe jsou prům. měsíční parametry v prostředí na vnější straně konstrukce (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry).

Průměrná měsíční venkovní teplota Te byla vypočtena podle čl. 4.2.3 v EN ISO 13788 (vliv tepelné setrvačnosti zeminy).

Pro vnitřní prostředí byla uplatněna přírážka k vnitřní relativní vlhkosti : 5.0 %

Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem podle EN ISO 13788.

Počet hodnocených let : 1

## VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

### Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 1.034 m<sup>2</sup>K/W

Součinitel prostupu tepla konstrukce U : **0.830 W/m<sup>2</sup>K**

Součinitel prostupu zabudované kce U<sub>k</sub> : 0.85 / 0.88 / 0.93 / 1.03 W/m<sup>2</sup>K

Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou podle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

### Difúzní odpor a tepelně akumuláční vlastnosti:

Difúzní odpor konstrukce Z<sub>pT</sub> : 2.7E+0010 m/s

Teplotní útlum konstrukce Ny\* podle EN ISO 13786 : 13.9

Fázový posun teplotního kmitu Psi\* podle EN ISO 13786 : 4.4 h

### Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor podle ČSN 730540 a EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách T<sub>si,p</sub> : 18.12 C

Teplotní faktor v návrhových podmínkách f<sub>Rsi,p</sub> : **0.805**

| Číslo měsíce | Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu: |                    |                       |                    | Vypočtené hodnoty   |                  |                      |
|--------------|--------------------------------------------------------------------------|--------------------|-----------------------|--------------------|---------------------|------------------|----------------------|
|              | ----- 80% -----                                                          |                    | ----- 100% -----      |                    |                     |                  |                      |
|              | T <sub>si,m</sub> [C]                                                    | f <sub>Rsi,m</sub> | T <sub>si,m</sub> [C] | f <sub>Rsi,m</sub> | T <sub>si</sub> [C] | f <sub>Rsi</sub> | RH <sub>si</sub> [%] |
| 1            | 14.7                                                                     | 0.652              | 11.3                  | 0.452              | 17.3                | 0.805            | 67.7                 |
| 2            | 15.3                                                                     | 0.704              | 11.9                  | 0.512              | 17.1                | 0.805            | 71.2                 |
| 3            | 15.7                                                                     | 0.713              | 12.3                  | 0.512              | 17.3                | 0.805            | 72.4                 |
| 4            | 16.2                                                                     | 0.710              | 12.7                  | 0.483              | 17.6                | 0.805            | 73.0                 |
| 5            | 17.2                                                                     | 0.738              | 13.8                  | 0.466              | 18.1                | 0.805            | 75.8                 |
| 6            | 18.2                                                                     | 0.762              | 14.6                  | 0.422              | 18.6                | 0.805            | 77.8                 |
| 7            | 18.6                                                                     | 0.774              | 15.1                  | 0.369              | 18.9                | 0.805            | 78.6                 |
| 8            | 18.5                                                                     | 0.731              | 15.0                  | 0.286              | 19.1                | 0.805            | 77.1                 |
| 9            | 17.4                                                                     | 0.612              | 13.9                  | 0.187              | 19.0                | 0.805            | 72.4                 |
| 10           | 16.3                                                                     | 0.567              | 12.8                  | 0.222              | 18.7                | 0.805            | 68.8                 |
| 11           | 15.7                                                                     | 0.608              | 12.3                  | 0.333              | 18.2                | 0.805            | 68.4                 |

|    |      |       |      |       |      |       |      |
|----|------|-------|------|-------|------|-------|------|
| 12 | 15.4 | 0.658 | 12.0 | 0.432 | 17.6 | 0.805 | 69.4 |
|----|------|-------|------|-------|------|-------|------|

Poznámka: RHsi je relativní vlhkost na vnitřním povrchu, Tsi je vnitřní povrchová teplota a f,Rsi je teplotní faktor.

### Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a částečných tlaků vodní páry v návrhových okrajových podmínkách:

| rozhraní:   | i    | 1-2  | 2-3  | e    |
|-------------|------|------|------|------|
| theta [C]:  | 18.8 | 18.7 | 18.2 | 7.9  |
| p [Pa]:     | 1334 | 1226 | 1171 | 1063 |
| p,sat [Pa]: | 2169 | 2155 | 2087 | 1063 |

Poznámka: theta je teplota na rozhraní vrstev, p je předpokládaný částečný tlak vodní páry na rozhraní vrstev a p,sat je částečný tlak nasycené vodní páry na rozhraní vrstev.

**Při venkovní návrhové teplotě nedochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.**

Množství difundující vodní páry Gd : 1.080E-0008 kg/(m2.s)

### Bilance zkondenzované a vypařené vodní páry podle EN ISO 13788:

Roční cyklus č. 1

**V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci vodní páry.**

Poznámka: Hodnocení difúze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

**STOP, Teplo 2015**

## KOMPLEXNÍ POSOUZENÍ SKLADBY STAVEBNÍ KONSTRUKCE Z HLEDISKA ŠÍŘENÍ TEPLA A VODNÍ PÁRY

podle EN ISO 13788, EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

**Teplo 2015**

Název úlohy : **PDL2z-Podlaha na zemině-tělocvična**

Zpracovatel : Ing. David Knill

Zakázka :

Datum : 21.01.2016

### ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Podlaha na zemině

Korekce součinitele prostupu dU : 0.020 W/m2K

### Skladba konstrukce (od interiéru) :

| Číslo | Název           | D<br>[m] | Lambda<br>[W/(m.K)] | c<br>[J/(kg.K)] | Ro<br>[kg/m3] | Mi<br>[-] | Ma<br>[kg/m2] |
|-------|-----------------|----------|---------------------|-----------------|---------------|-----------|---------------|
| 1     | Vlasy           | 0,0450   | 0,1800              | 2510,0          | 600,0         | 157,0     | 0.0000        |
| 2     | Minerální plst' | 0,0600   | 0,0410              | 880,0           | 100,0         | 1,1       | 0.0000        |

|   |               |        |        |        |        |      |        |
|---|---------------|--------|--------|--------|--------|------|--------|
| 3 | Beton hutný 1 | 0,0800 | 1,2300 | 1020,0 | 2100,0 | 17,0 | 0.0000 |
|---|---------------|--------|--------|--------|--------|------|--------|

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

| Číslo | Kompletní název vrstvy           | Interní výpočet tep. vodivosti |
|-------|----------------------------------|--------------------------------|
| 1     | Vlasy                            | ---                            |
| 2     | Minerální plst' 1 (do roku 2003) | ---                            |
| 3     | Beton hutný 1                    | ---                            |

### Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.17 m<sup>2</sup>K/W  
 dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 0.25 m<sup>2</sup>K/W  
 Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.00 m<sup>2</sup>K/W  
 dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.00 m<sup>2</sup>K/W

Návrhová venkovní teplota Te : 7.9 C  
 Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 20.6 C  
 Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 100.0 %  
 Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHl : 55.0 %

| Měsíc | Délka [dny] | Tai [C] | RHi [%] | Pi [Pa] | Te [C] | RHe [%] | Pe [Pa] |
|-------|-------------|---------|---------|---------|--------|---------|---------|
| 1     | 31          | 20.6    | 55.1    | 1336.3  | 3.6    | 100.0   | 790.2   |
| 2     | 28          | 20.6    | 57.3    | 1389.6  | 2.7    | 100.0   | 741.4   |
| 3     | 31          | 20.6    | 58.8    | 1426.0  | 3.5    | 100.0   | 784.7   |
| 4     | 30          | 20.6    | 60.7    | 1472.1  | 5.4    | 100.0   | 896.5   |
| 5     | 31          | 20.6    | 64.9    | 1573.9  | 7.8    | 100.0   | 1057.7  |
| 6     | 30          | 20.6    | 68.7    | 1666.1  | 10.3   | 100.0   | 1252.2  |
| 7     | 31          | 20.6    | 70.8    | 1717.0  | 11.9   | 100.0   | 1392.6  |
| 8     | 31          | 20.6    | 70.1    | 1700.0  | 12.7   | 100.0   | 1467.8  |
| 9     | 30          | 20.6    | 65.6    | 1590.9  | 12.4   | 100.0   | 1439.2  |
| 10    | 31          | 20.6    | 61.0    | 1479.4  | 10.6   | 100.0   | 1277.5  |
| 11    | 30          | 20.6    | 58.8    | 1426.0  | 8.1    | 100.0   | 1079.5  |
| 12    | 31          | 20.6    | 57.7    | 1399.3  | 5.4    | 100.0   | 896.5   |

Poznámka: Tai, RHl a Pi jsou prům. měsíční parametry vnitřního vzduchu (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry) a Te, RHe a Pe jsou prům. měsíční parametry v prostředí na vnější straně konstrukce (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry).

Průměrná měsíční venkovní teplota Te byla vypočtena podle čl. 4.2.3 v EN ISO 13788 (vliv tepelné setrvačnosti zeminy).

Pro vnitřní prostředí byla uplatněna přírážka k vnitřní relativní vlhkosti : 5.0 %

Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem podle EN ISO 13788.

Počet hodnocených let : 1

## **VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :**

### Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 1.705 m<sup>2</sup>K/W  
 Součinitel prostupu tepla konstrukce U : **0.533 W/m<sup>2</sup>K**

Součinitel prostupu zabudované kce U<sub>k</sub> : 0.55 / 0.58 / 0.63 / 0.73 W/m<sup>2</sup>K  
 Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou podle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

### Difúzní odpor a tepelně akumulční vlastnosti:

Difúzní odpor konstrukce ZpT : 4.5E+0010 m/s

Teplotní útlum konstrukce  $Ny^*$  podle EN ISO 13786 : 18.0  
 Fázový posun teplotního kmitu  $Psi^*$  podle EN ISO 13786 : 5.7 h

### Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor podle ČSN 730540 a EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách  $T_{si,p}$  : 18.97 C  
 Teplotní faktor v návrhových podmínkách  $f, R_{si,p}$  : **0.872**

| Číslo měsíce | Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu: |                |                  |                | Vypočtené hodnoty |             |              |
|--------------|--------------------------------------------------------------------------|----------------|------------------|----------------|-------------------|-------------|--------------|
|              | ----- 80% -----                                                          |                | ----- 100% ----- |                | $T_{si}[C]$       | $f, R_{si}$ | $RH_{si}[%]$ |
|              | $T_{si}, m[C]$                                                           | $f, R_{si}, m$ | $T_{si}, m[C]$   | $f, R_{si}, m$ |                   |             |              |
| 1            | 14.7                                                                     | 0.652          | 11.3             | 0.452          | 18.4              | 0.872       | 63.1         |
| 2            | 15.3                                                                     | 0.704          | 11.9             | 0.512          | 18.3              | 0.872       | 66.1         |
| 3            | 15.7                                                                     | 0.713          | 12.3             | 0.512          | 18.4              | 0.872       | 67.4         |
| 4            | 16.2                                                                     | 0.710          | 12.7             | 0.483          | 18.7              | 0.872       | 68.5         |
| 5            | 17.2                                                                     | 0.738          | 13.8             | 0.466          | 19.0              | 0.872       | 71.8         |
| 6            | 18.2                                                                     | 0.762          | 14.6             | 0.422          | 19.3              | 0.872       | 74.5         |
| 7            | 18.6                                                                     | 0.774          | 15.1             | 0.369          | 19.5              | 0.872       | 75.8         |
| 8            | 18.5                                                                     | 0.731          | 15.0             | 0.286          | 19.6              | 0.872       | 74.6         |
| 9            | 17.4                                                                     | 0.612          | 13.9             | 0.187          | 19.6              | 0.872       | 70.0         |
| 10           | 16.3                                                                     | 0.567          | 12.8             | 0.222          | 19.3              | 0.872       | 66.0         |
| 11           | 15.7                                                                     | 0.608          | 12.3             | 0.333          | 19.0              | 0.872       | 64.9         |
| 12           | 15.4                                                                     | 0.658          | 12.0             | 0.432          | 18.7              | 0.872       | 65.1         |

Poznámka:  $RH_{si}$  je relativní vlhkost na vnitřním povrchu,  $T_{si}$  je vnitřní povrchová teplota a  $f, R_{si}$  je teplotní faktor.

### Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a částečných tlaků vodní páry v návrhových okrajových podmínkách:

| rozhraní:   | i    | 1-2  | 2-3  | e    |
|-------------|------|------|------|------|
| theta [C]:  | 19.5 | 17.9 | 8.3  | 7.9  |
| p [Pa]:     | 1334 | 1108 | 1106 | 1063 |
| p,sat [Pa]: | 2264 | 2044 | 1094 | 1063 |

Poznámka: theta je teplota na rozhraní vrstev, p je předpokládaný částečný tlak vodní páry na rozhraní vrstev a p,sat je částečný tlak nasycené vodní páry na rozhraní vrstev.

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               | 0.1050                        |     | 0.1827 | 2.200E-0009                                 |

Roční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry:

Množství zkondenzované vodní páry za rok  $M_{c,a}$ : **0.0118 kg/(m2.rok)**

Množství vypařitelné vodní páry za rok  $M_{ev,a}$ : **1.8231 kg/(m2.rok)**

Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než 10.0 C.

Poznámka: Vypočtená celoroční bilance má pouze informativní charakter, protože výchozí venkovní teplota nebyla zadána v rozmezí od -10 do -21 C. Uvedený výsledek byl vypočten za předpokladu, že se konstrukce nachází v teplotní oblasti -15 C.

### Bilance zkondenzované a vypařené vodní páry podle 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. $M_c$ [kg/m2s] | Akumul.vlhkost $M_a$ [kg/m2] |
|-------|-------------------------------|-----|--------|---------------------------------|------------------------------|
| 10    | 0.1050                        |     | 0.1849 | 6.84E-0010                      | 0.0018                       |



|    |        |        |             |        |
|----|--------|--------|-------------|--------|
| 11 | 0.1050 | 0.1827 | 4.34E-0009  | 0.0131 |
| 12 | 0.1050 | 0.1827 | 8.54E-0009  | 0.0360 |
| 1  | 0.1050 | 0.1827 | 9.75E-0009  | 0.0621 |
| 2  | 0.1050 | 0.1827 | 1.26E-0008  | 0.0927 |
| 3  | 0.1050 | 0.1827 | 1.24E-0008  | 0.1259 |
| 4  | 0.1050 | 0.1827 | 1.05E-0008  | 0.1534 |
| 5  | 0.1050 | 0.1827 | 9.07E-0009  | 0.1777 |
| 6  | 0.1050 | 0.1827 | 6.56E-0009  | 0.1947 |
| 7  | 0.1050 | 0.1827 | 4.42E-0009  | 0.2065 |
| 8  | 0.1050 | 0.1849 | 2.07E-0009  | 0.2121 |
| 9  | 0.1050 | 0.1827 | -2.86E-0010 | 0.2113 |

Max. množství zkondenzované vodní páry za rok  $M_{c,a}$ : **0.2121 kg/m<sup>2</sup>**

Množství vypařitelné vodní páry za rok  $M_{ev,a}$ :

**0.0007 kg/m<sup>2</sup>**

**Na konci modelového roku je zóna stále vlhká (tj.  $M_{c,a} > M_{ev,a}$ ).**

Poznámka: Hodnocení difúze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

**STOP, Teplo 2015**

## VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT A PRŮMĚRNÉHO SOUČINITELE PROSTUPU TEPLA BUDOVY

podle EN 12831, ČSN 730540 a STN 730540

### Ztráty 2015

Název budovy:

Zpracovatel: Ing. David Knill

Zakázka:

Datum: 22.01.2016

Varianta:

Návrhová (výpočtová) venkovní teplota  $T_e$ : -15.0 C  
 Průměrná roční teplota venkovního vzduchu  $T_{e,m}$ : 8.1 C  
 Činitel ročního kolísání venkovní teploty  $fg1$ : 1.45  
 Průměrná vnitřní teplota v budově  $T_{i,m}$ : 17.0 C  
 Půdorysná plocha podlahy budovy A: 2525.9 m<sup>2</sup>  
 Exponovaný obvod budovy P: 362.5 m  
 Obestavěný prostor vytápěných částí budovy V: 24473.7 m<sup>3</sup>  
 Účinnost zpětného získávání tepla ze vzduchu: 0.0 %  
 Typ budovy: nebytová

### PŘEHLEDNÁ TABULKA VŠECH HODNOCENÝCH MÍSTNOSTÍ

Návrhová (výpočtová) venkovní teplota  $T_e$ : -15.0 C

| Označ.<br>místnosti a název | Tep-<br>lota<br>$T_i$ [C] | Podlah.<br>plocha<br>$A_f$ [m <sup>2</sup> ] | Objem<br>vzduchu<br>$V$ [m <sup>3</sup> ] | Celk.<br>ztráta<br>$F_{iHL}$ [W] | % z<br>celk.<br>$F_{iHL}$ | Podíl<br>$F_{iHL}/(T_i - T_e)$<br>[W/K] |
|-----------------------------|---------------------------|----------------------------------------------|-------------------------------------------|----------------------------------|---------------------------|-----------------------------------------|
| 1 Učebny                    | 20.0                      | 133.3                                        | 1825.1                                    | 51875                            | 15.0%                     | 1482.13                                 |
| 2 Šatny                     | 18.0                      | 355.5                                        | 714.8                                     | 42647                            | 12.3%                     | 1292.34                                 |
| 3 Zázemí                    | 18.0                      | 912.2                                        | 2566.4                                    | 37498                            | 10.8%                     | 1136.30                                 |
| 4 Tělocvična                | 15.0                      | 1043.7                                       | 11063.2                                   | 97624                            | 28.2%                     | 3254.12                                 |
| 5 Chodby                    | 19.0                      | 689.4                                        | 6451.4                                    | 116560                           | 33.7%                     | 3428.24                                 |
| Součet:                     |                           | 3134.1                                       | 22620.9                                   | 346203                           | 100.0%                    | 10593.12                                |

### CELKOVÉ TEPELNÉ ZTRÁTY BUDOVY

**Součet tep.ztrát (tep.výkon)  $F_{i,HL}$  346.203 kW 100.0 %**

Součet tep. ztrát prostupem  $F_{i,T}$  268.072 kW 77.4 %

Součet tep. ztrát větráním  $F_{i,V}$  78.131 kW 22.6 %

| Tep. ztráta prostupem: |           |        | Plocha:               | $F_{i,T}/m^2$ :       |
|------------------------|-----------|--------|-----------------------|-----------------------|
| STN1                   | 50.812 kW | 14.7 % | 1239.9 m <sup>2</sup> | 41.0 W/m <sup>2</sup> |
| STN2                   | 5.595 kW  | 1.6 %  | 135.5 m <sup>2</sup>  | 41.3 W/m <sup>2</sup> |
| OK-dřevo               | 35.691 kW | 10.3 % | 437.7 m <sup>2</sup>  | 81.5 W/m <sup>2</sup> |
| SCH1                   | 69.145 kW | 20.0 % | 1178.1 m <sup>2</sup> | 58.7 W/m <sup>2</sup> |
| PDL1z                  | 4.984 kW  | 1.4 %  | 1482.2 m <sup>2</sup> | 3.4 W/m <sup>2</sup>  |
| STN3z                  | 0.099 kW  | 0.0 %  | 20.9 m <sup>2</sup>   | 4.7 W/m <sup>2</sup>  |

|               |           |       |           |            |
|---------------|-----------|-------|-----------|------------|
| STN4          | 7.511 kW  | 2.2 % | 157.0 m2  | 47.9 W/m2  |
| STN5          | 0.890 kW  | 0.3 % | 18.6 m2   | 47.8 W/m2  |
| DV-ocel       | 5.951 kW  | 1.7 % | 31.9 m2   | 186.5 W/m2 |
| Vrata-ocel    | 0.685 kW  | 0.2 % | 20.8 m2   | 32.9 W/m2  |
| STN6          | 8.028 kW  | 2.3 % | 304.1 m2  | 26.4 W/m2  |
| STN7          | 2.192 kW  | 0.6 % | 130.2 m2  | 16.8 W/m2  |
| SCH2          | 8.028 kW  | 2.3 % | 304.1 m2  | 26.4 W/m2  |
| OK-ocel       | 27.574 kW | 8.0 % | 273.1 m2  | 100.9 W/m2 |
| STN8          | 10.370 kW | 3.0 % | 785.6 m2  | 13.2 W/m2  |
| PDL2z         | 1.922 kW  | 0.6 % | 1043.7 m2 | 1.8 W/m2   |
| STRn          | 20.039 kW | 5.8 % | 1043.7 m2 | 19.2 W/m2  |
| OK-plast      | 1.060 kW  | 0.3 % | 20.8 m2   | 51.0 W/m2  |
| OK-sklobeton  | 2.879 kW  | 0.8 % | 20.2 m2   | 142.8 W/m2 |
| Tepelné vazby | 4.617 kW  | 1.3 % | ---       | ---        |

### PRŮMĚRNÝ SOUČINTEL PROSTUPU TEPLA BUDOVY

|                                                                                                                             |                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| Ustálený měrný tep. tok prostupem H,T (bez 15% zvýšení pro okna):                                                           | 8692.2 W/K        |
| Plocha obalových konstrukcí budovy A:                                                                                       | 8648.2 m2         |
| Výchozí hodnota průměrného součinitele prostupu tepla<br>podle čl. 5.3.4 v ČSN 730540-2 (2011) ..... U <sub>em,N,20</sub> : | 0.38 W/m2K        |
| <b>Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy U<sub>em</sub></b>                                                      | <b>1.01 W/m2K</b> |

STOP, Ztráty 2015

## **Příloha č. 8 – Ztráty (stávající a návrhový stav)**

## VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT A PRŮMĚRNÉHO SOUČINITELE PROSTUPU TEPLA BUDOVY

podle EN 12831, ČSN 730540 a STN 730540

### Ztráty 2015

Název budovy:

Zpracovatel: Ing. David Knill

Zakázka:

Datum: 22.01.2016

Varianta:

Návrhová (výpočtová) venkovní teplota  $T_e$ : -15.0 C  
 Průměrná roční teplota venkovního vzduchu  $T_{e,m}$ : 8.1 C  
 Činitel ročního kolísání venkovní teploty  $fg1$ : 1.45  
 Průměrná vnitřní teplota v budově  $T_{i,m}$ : 17.0 C  
 Půdorysná plocha podlahy budovy A: 2525.9 m<sup>2</sup>  
 Exponovaný obvod budovy P: 362.5 m  
 Obestavěný prostor vytápěných částí budovy V: 24473.7 m<sup>3</sup>  
 Účinnost zpětného získávání tepla ze vzduchu: 80.0 %  
 Typ budovy: nebytová

### PŘEHLEDNÁ TABULKA VŠECH HODNOCENÝCH MÍSTNOSTÍ

Návrhová (výpočtová) venkovní teplota  $T_e$ : -15.0 C

| Označ.<br>místnosti a název | Tep-<br>lota<br>$T_i$ [C] | Podlah.<br>plocha<br>$A_f$ [m <sup>2</sup> ] | Objem<br>vzduchu<br>$V$ [m <sup>3</sup> ] | Celk.<br>ztráta<br>$Fi_{HL}$ [W] | % z<br>celk.<br>$Fi_{HL}$ | Podíl<br>$Fi_{HL}/(T_i - T_e)$<br>[W/K] |
|-----------------------------|---------------------------|----------------------------------------------|-------------------------------------------|----------------------------------|---------------------------|-----------------------------------------|
| 1 Učebny                    | 20.0                      | 133.3                                        | 1825.1                                    | 15851                            | 11.3%                     | 452.88                                  |
| 2 Šatny                     | 18.0                      | 355.5                                        | 714.8                                     | 10668                            | 7.6%                      | 323.27                                  |
| 3 Zázemí                    | 18.0                      | 912.2                                        | 2566.4                                    | 18276                            | 13.0%                     | 553.83                                  |
| 4 Tělocvična                | 15.0                      | 1043.7                                       | 11063.2                                   | 48523                            | 34.6%                     | 1617.42                                 |
| 5 Chodby                    | 19.0                      | 689.4                                        | 6451.4                                    | 46780                            | 33.4%                     | 1375.89                                 |
| Součet:                     |                           | 3134.1                                       | 22620.9                                   | 140098                           | 100.0%                    | 4323.29                                 |

### CELKOVÉ TEPELNÉ ZTRÁTY BUDOVY

**Součet tep.ztrát (tep.výkon)  $Fi_{HL}$  140.098 kW 100.0 %**

Součet tep. ztrát prostupem  $Fi,T$  70.029 kW 50.0 %

Součet tep. ztrát větráním  $Fi,V$  70.069 kW 50.0 %

| Tep. ztráta prostupem: |           |        | Plocha:               | $Fi,T/m^2$ :          |
|------------------------|-----------|--------|-----------------------|-----------------------|
| STN1                   | 9.659 kW  | 6.9 %  | 1239.9 m <sup>2</sup> | 7.8 W/m <sup>2</sup>  |
| STN2                   | 1.110 kW  | 0.8 %  | 135.5 m <sup>2</sup>  | 8.2 W/m <sup>2</sup>  |
| OK-dřevo               | 17.845 kW | 12.7 % | 437.7 m <sup>2</sup>  | 40.8 W/m <sup>2</sup> |
| SCH1                   | 6.395 kW  | 4.6 %  | 1178.1 m <sup>2</sup> | 5.4 W/m <sup>2</sup>  |
| PDL1z                  | 4.984 kW  | 3.6 %  | 1482.2 m <sup>2</sup> | 3.4 W/m <sup>2</sup>  |
| STN3z                  | 0.099 kW  | 0.1 %  | 20.9 m <sup>2</sup>   | 4.7 W/m <sup>2</sup>  |

|               |          |       |           |           |
|---------------|----------|-------|-----------|-----------|
| STN4          | 1.243 kW | 0.9 % | 157.0 m2  | 7.9 W/m2  |
| STN5          | 0.153 kW | 0.1 % | 18.6 m2   | 8.2 W/m2  |
| DV-ocel       | 1.264 kW | 0.9 % | 31.9 m2   | 39.6 W/m2 |
| Vrata-ocel    | 0.685 kW | 0.5 % | 20.8 m2   | 32.9 W/m2 |
| STN6          | 2.208 kW | 1.6 % | 304.1 m2  | 7.3 W/m2  |
| STN7          | 0.817 kW | 0.6 % | 130.2 m2  | 6.3 W/m2  |
| SCH2          | 1.606 kW | 1.1 % | 304.1 m2  | 5.3 W/m2  |
| OK-plast      | 3.220 kW | 2.3 % | 80.8 m2   | 39.9 W/m2 |
| STN8          | 6.808 kW | 4.9 % | 986.6 m2  | 6.9 W/m2  |
| PDL2z         | 1.922 kW | 1.4 % | 1043.7 m2 | 1.8 W/m2  |
| STRn          | 4.258 kW | 3.0 % | 1043.7 m2 | 4.1 W/m2  |
| OK-ocel       | 0.496 kW | 0.4 % | 12.1 m2   | 40.8 W/m2 |
| OK-sklobeton  | 0.823 kW | 0.6 % | 20.2 m2   | 40.8 W/m2 |
| Tepelné vazby | 4.436 kW | 3.2 % | ---       | ---       |

### PRŮMĚRNÝ SOUČINITEĽ PROSTUPU TEPLA BUDOVY

|                                                                                                                             |                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| Ustálený měrný tep. tok prostupem H,T (bez 15% zvýšení pro okna):                                                           | 2499.3 W/K        |
| Plocha obalových konstrukcí budovy A:                                                                                       | 8648.2 m2         |
| Výchozí hodnota průměrného součinitele prostupu tepla<br>podle čl. 5.3.4 v ČSN 730540-2 (2011) ..... U <sub>em,N,20</sub> : | 0.35 W/m2K        |
| <b>Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy U<sub>em</sub></b>                                                      | <b>0.29 W/m2K</b> |

STOP, Ztráty 2015

## **Příloha č. 9 – Návrh větrání – dle výpočetní pomůcky**

## Stanovení průtoku venkovního vzduchu a bilance CO<sub>2</sub> v učebně

|            |                    |             |                  |
|------------|--------------------|-------------|------------------|
| Akce:      | SOU Lázně Bělohrad | Vypracoval: | Ing. David Knill |
| Adresa:    | Zámecká 478        | Datum:      | 11.04.2016       |
| Učebny č.: |                    |             |                  |

### Zadání učebny

|                     |                 |                |
|---------------------|-----------------|----------------|
| Typ školy           | Střední škola ▼ |                |
| Objem místnosti     | 230             | m <sup>3</sup> |
| Počet dětí ve třídě | 15              | osob           |
| Vyučující           | 1               | osob           |

### Produkce CO<sub>2</sub>

|                                                  |        |                      |
|--------------------------------------------------|--------|----------------------|
| Produkce CO <sub>2</sub> od dětí                 | 0,016  | m <sup>3</sup> /h.os |
| Produkce CO <sub>2</sub> od učitele              | 0,017  | m <sup>3</sup> /h.os |
| Maximální koncentrace CO <sub>2</sub> v učebně   | 1500 ▼ | ppm                  |
| Koncentrace CO <sub>2</sub> ve venkovním ovzduší | 550 ▼  | ppm                  |
| Počáteční koncentrace CO <sub>2</sub> ve třídě   | 550    | ppm                  |
| Procento dětí o přestávkách ve třídě             | 50     | %                    |
| Produkce CO <sub>2</sub> o vyučování             | 0,26   | m <sup>3</sup> /h    |
| Produkce CO <sub>2</sub> o přestávkách           | 0,12   | m <sup>3</sup> /h    |

### Větrání

|                                   |      |                      |
|-----------------------------------|------|----------------------|
| Množství vzduchu na žáka          | 20   | m <sup>3</sup> /h.os |
| Množství vzduchu na vyučujícího   | 50   | m <sup>3</sup> /h.os |
| Návrhový průtok větracího vzduchu | 350  | m <sup>3</sup> /h    |
| Intenzita větrání (orientačně)    | 1,52 | h <sup>-1</sup>      |

### Tepelná ztráta větráním

|                                      |       |    |
|--------------------------------------|-------|----|
| Teplota vzduchu v místnosti          | 20 ▼  | °C |
| Venkovní výpočtová teplota ČSN 12831 | -15 ▼ | °C |
| Účinnost ZZT                         | 80    | %  |
| Tepelná ztráta větráním              | 970   | W  |

### Větrání během vyučovací hodiny

|                                                                             | od   | do   | Průtok m <sup>3</sup> /h |
|-----------------------------------------------------------------------------|------|------|--------------------------|
| 1. vyučovací hodina 45 min (průtoky vzduchu platí i pro 2., 4. a 5. hodinu) | 8:00 | 8:05 | 300                      |
|                                                                             | 8:05 | 8:10 | 300                      |
|                                                                             | 8:10 | 8:15 | 300                      |
|                                                                             | 8:15 | 8:20 | 300                      |
|                                                                             | 8:20 | 8:25 | 300                      |
|                                                                             | 8:25 | 8:30 | 300                      |
|                                                                             | 8:30 | 8:35 | 300                      |
|                                                                             | 8:35 | 8:40 | 300                      |
|                                                                             | 8:40 | 8:45 | 300                      |

### Větrání během malé přestávky

|        |      |      |     |
|--------|------|------|-----|
| 10 min | 8:45 | 8:50 | 300 |
|        | 8:50 | 8:55 | 300 |

### Větrání během velké přestávky

|        |      |       |     |
|--------|------|-------|-----|
| 20 min | 9:40 | 9:45  | 300 |
|        | 9:45 | 9:50  | 300 |
|        | 9:50 | 9:55  | 300 |
|        | 9:55 | 10:00 | 300 |

### ZÁVĚR

|                                     |          |                   |
|-------------------------------------|----------|-------------------|
| Návrhový průtok                     | 350      | m <sup>3</sup> /h |
| Průtok pro dodržení CO <sub>2</sub> | 300      | m <sup>3</sup> /h |
| Max. koncentrace CO <sub>2</sub>    | 1349     | ppm               |
| Navržené větrání                    | VYHOVUJE |                   |

