

Dvůr Králové nad Labem

Vrchlického 1504 – areál nemocnice Dvůr Králové

Budova „J“, v areálu nemocnice – prostory v 1.PP, 1.NP



Vlhkostní průzkum zdiva



Objednatel : MP technik spol. s r.o.
Francouzská 149
345 62 Holýšov
IČ: 05360889 DIČ: CZ05360889 - Martin Polák

Zpracoval : ing. Pavel Šťastný, CSc. , Petr Vraný

Stavba : Modernizace stravovacího provozu MN Dvůr Králové objekt „J“
Vrchlického 1504, 544 01 Dvůr Králové
prostory v 1.PP

Podklady :

- Částečná PD (stávající stav), MP technik spol. s r.o.
- Vlastní průzkum, 11-12/2022 – 01/2023
- Objednávka vystavená objednatelem - MP technik spol. s r.o.

Na základě objednávky na zpracování vlhkostního průzkumu pro stavební záměr „Sanace vlhkého zdiva“ (jako součást projektové dokumentace rekonstrukce prostor objektu „J“ v areálu nemocnice Dvůr Králové), byl stanoven rozsah průzkumných prací, který je uveden níže v tabulce:

KONSTRUKCE	ANO	NE	POZNÁMKA
Anemometrické měření	X		
Kopaná sonda v exteriéru	X		
Snímky termokamerou	X		
Monitoring teplot a vlhkostí vzduchu v interiérech	X		
Vlhkost zdiva	X		
Salinita zdiva	X		

Předmětem je vlhkostní průzkum vlhkého zdiva prostor v 1.PP a 1.NP objektu „J“ (stravovací provoz) v areálu nemocnice ve Dvoře Králové





Průzkum byl proveden místním šetřením v exteriéru a interiéru objektu.

I. Zadání

Zadáním je průzkum stavu z hlediska zavlhčení objektu – 1.PP a 1.NP stavby. Cílem je popsat případné vlhkostní anomálie ve zdivu, v jejich případě stanovit příčinu zavlhčení a navrhnout zásady sanace zdiva.

II. Vlhkostní průzkum

Vlhkostní průzkum byl proveden nejprve nedestruktivně měřením pomocí kapacitního vlhkoměru Greisinger GMI 15, vysokofrekvenčního vlhkoměru Gann Hydromete BL B2, poté na vybraných plochách pomocí mikrovlnného 2D skeneru vlhkosti MOIST 350 B, a nakonec destruktivně na vytipovaných místech suterénu objektu s laboratorním vyhodnocením odebraných vzorků zdicího materiálu a omítek. Kopanou sondou v chodníku u objektu. A dalšími měřeními popsány v tabulce.

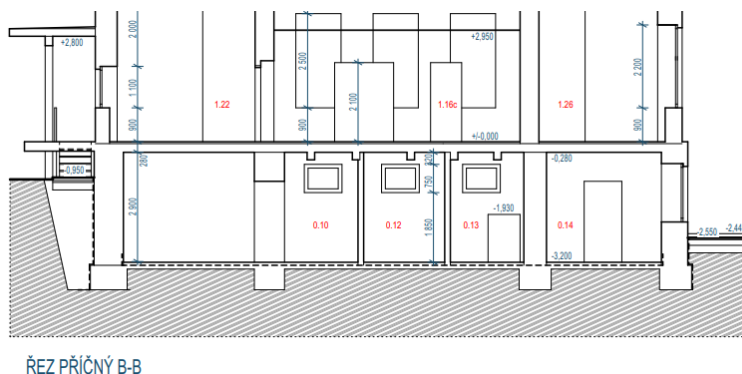
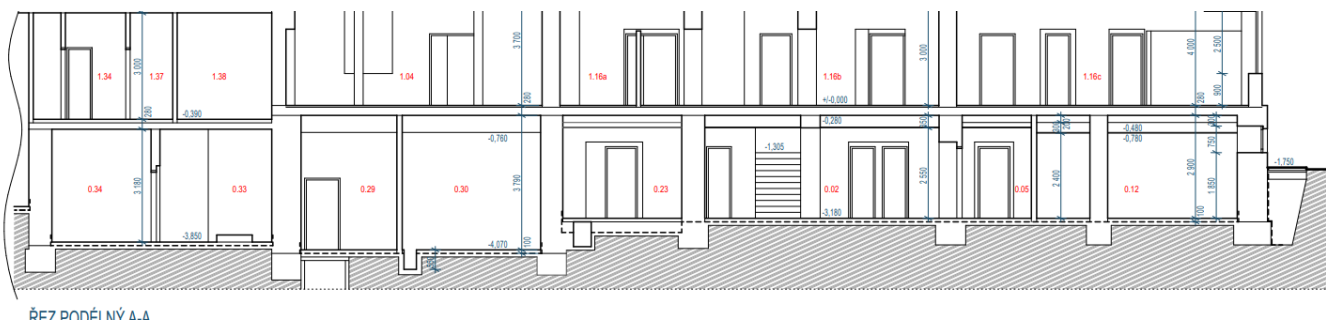
III. Popis objektu

Budova „J“ (gastro) v areálu nemocnice je ze začátku 20. století. Jedná se o vícepodlažní budovu, používaná jako jídelna s gastro provozem. Obvodové i vnitřní zdivo 1.PP je smíšené (plná cihla + kamenné zdivo), zdivo v 1.PP je cihelné (plná cihla) v kombinaci s kamenným zdívem v soklových partiích). Na líci bylo obvodové i vnitřní zdivo opatřeno omítkami, keramickým obkladem, v době průzkumu místy značně poškozenými, místy provedeny opravy stávajících omítek z VPC. Úroveň podlah suterénu 1.PP je od -0,7 až -2,5 m pod upraveným terénem vně. Podlahy v 1.PP / 1.NP jsou provedeny z keramických dlažeb, PVC, a hlazené betonové mazaniny. Zdivo 1.PP / 1.NP bylo zkoumáno vrtanými sondami, mikrovlnným měřením. Zdivo 2.NP nezkoumáno.

Fasáda KZS systém, sokl rovněž KZS systém místy kamenný sokl. Okna 1.PP nad úrovní navýšeného chodníku. Objekt s nachází ve svažitém terénu (viz schématický řez). Venkovní dešťová kanalizace je stávající, lapače střešních splavenin jsou zaústěny do této kanalizace, při průzkumu některé lapače byly zanešeny nečistotami – doporučujeme v návrhu sanace výměnu

lapačů střešních splavenin. Byl proveden monitoring dešťové kanalizace a vnitřní splaškové kanalizace – výsledky viz stavební část PD MP technik spol. s r.o..
Podrobný stavební popis ostatních konstrukcí viz technická zpráva stavební části PD.

Schématický řez objektem, ilustrace osazení do terénu :



1. Provedený průzkum

2.1 Průzkum terénních souvislostí

Terén kolem stavby je svažitý. Výška podlah uvnitř 1.PP je od -0,70m do -2,50m níže, než niveleta upraveného terénu (uvnitř více podlahových nivelet, oddělených schody). Výška čisté podlahy 1.NP je ve vztahu k niveletě upraveného terénu od +1,75 do +2,44m (viz schématický řez objektem výše).

Přilehlé zpevněné plochy k objektu jsou provedeny ze zámkové dlažby, asfaltových ploch a betonů. Střešní svody jsou zakončeny lapači střešních splavenin (gaigry) – doporučujeme provést kamerovou zkoušku napojení těchto lapačů do dešťové kanalizace, tak aby se prověřil dokonalý odvod vody ze střešních rovin do dešťové kanalizace – výsledky zkoušky viz PD stavební části. Místy dochází (v dvorní části) k spádování některých ploch k patám stěn objektu – nutno zohlednit ve stavební části PD – terénní úpravy.

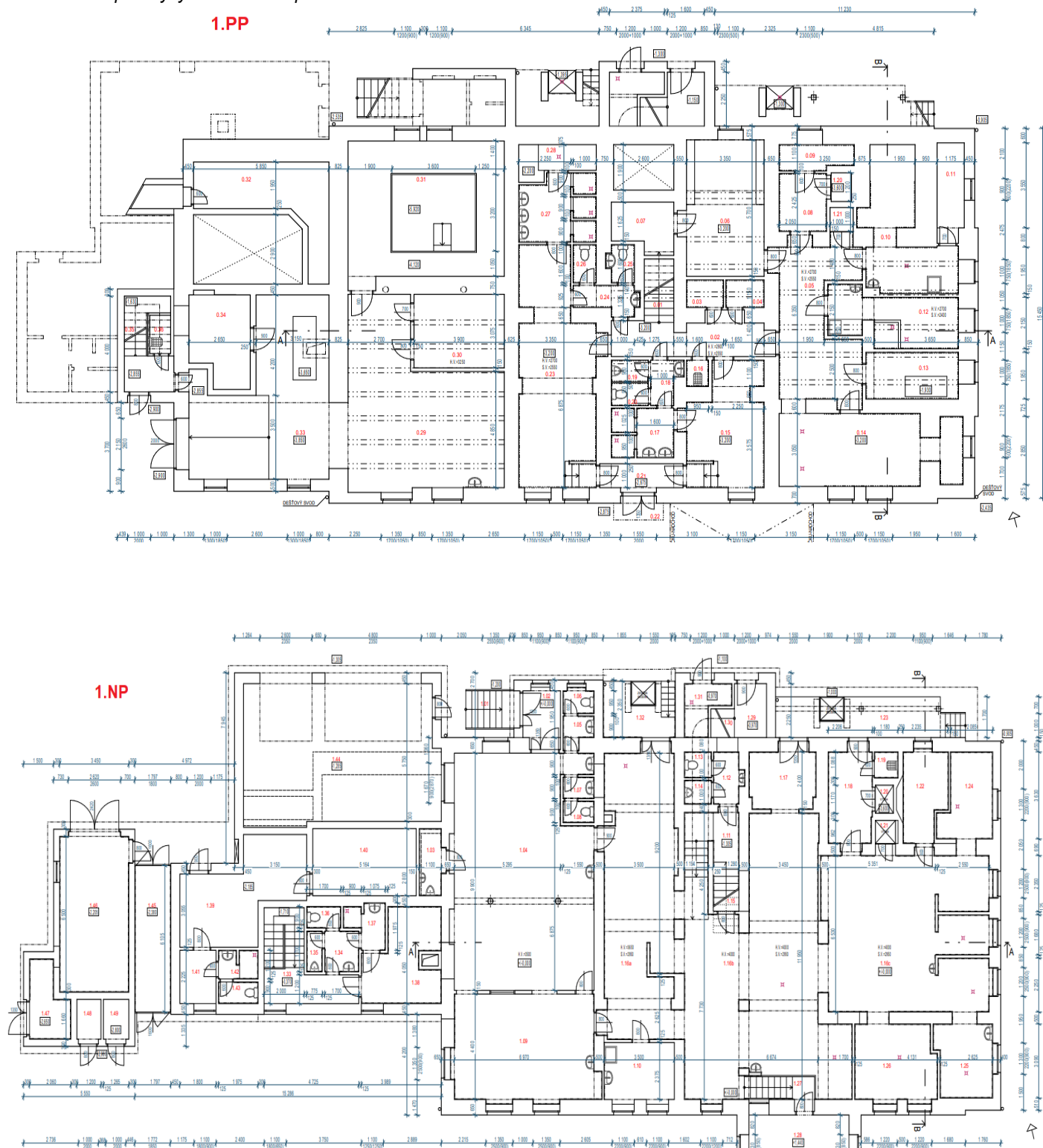
2.2 Průzkum suterénu, konstrukcí

- Zdivo (vnitřní i obvodové) v 1.PP / 1.NP je smíšené (cihelné/kamenné - stěny vyzděny na tloušťky od 150mm do 900mm z výše uvedených materiálů
- Povrchy stávajících stěn (vnitřní i obvodové) :

- stávající VPC omítka (místy cementové)
- keramické obklady

- Povrchy podlah (nášlapná vrstva) jsou provedeny z keramické dlažby, PVC a hlazené betonové mazaniny
- Stropní konstrukce nad 1.PP / 1.NP původní (betonový monolit) s VPC omítkou, zavěšeným podhledem

Schématické půdorysy 1.PP a 1.NP pro ilustraci :



2.3 Původní opatření proti vlhkosti stavby

Okapní svody ze střechy jsou svedeny pod terén do ležaté kanalizace přes lapače střešních splavenin. Stav kanalizace není autorovi znám – doporučujeme provést kamerovou zkoušku kanalizace a lapačů střešních splavenin-výsledky zkoušky viz stavební část PD. Povrchová voda kolem obvodu stavby je sváděna od objektu zpevněnými plochami (místa k objektu) od objektu a poté následným vsakem. Jako opatření proti odstříku a tajícímu sněhu není provedeno žádné opatření. Dle průzkumu chybí svislá i vodorovná hydroizolace (respektive je dožilá).

2.4 Vlhkostní průzkum

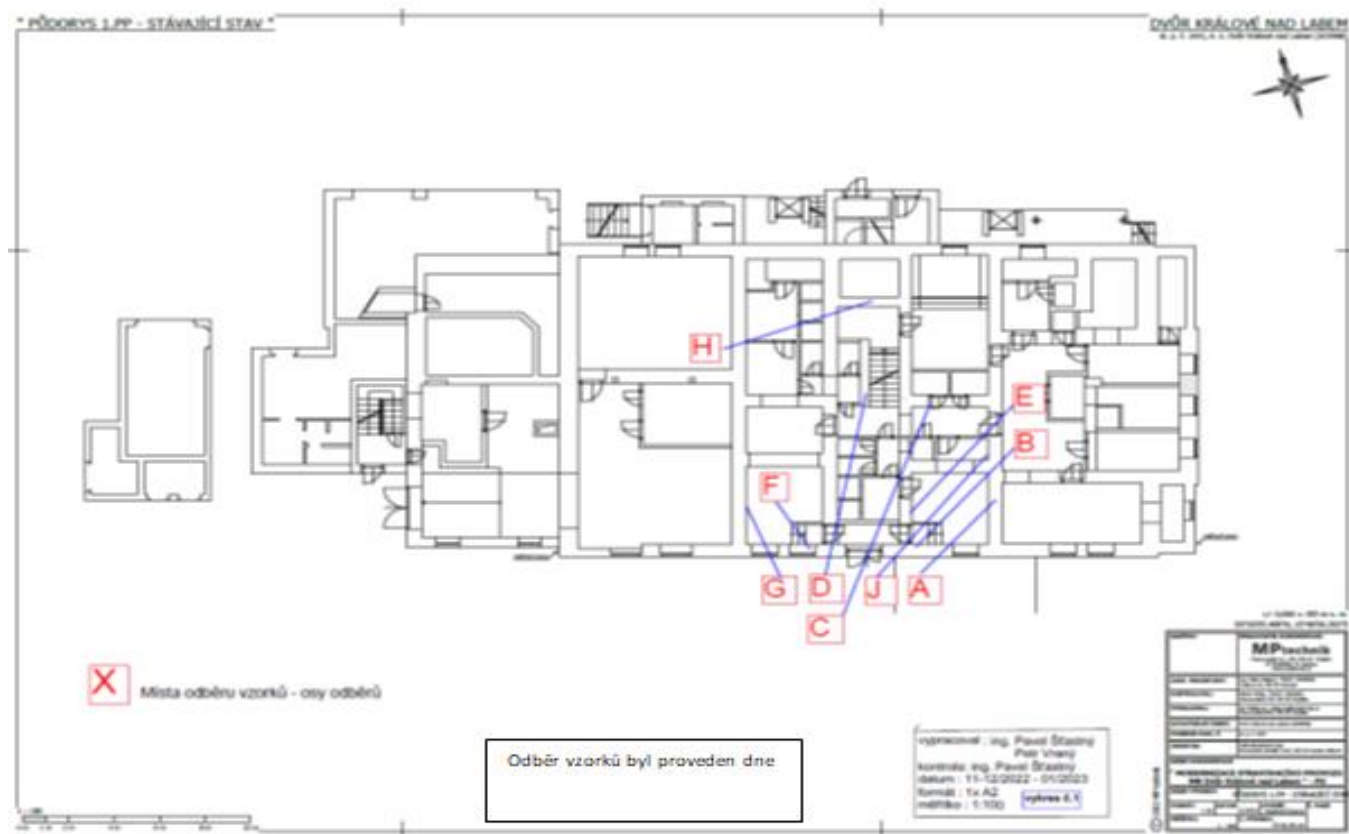
Průzkum zavlhčení byl proveden v exteriéru a interiéru 1.PP/1.NP. Průzkum byl proveden destruktivně (1.PP), na různých místech byly odebírány vzorky zdicího materiálu a omítek pro laboratorní vyhodnocení zavlhčení stavební konstrukce. V interiéru 1.PP / 1.NP bylo provedeno nedestruktivní zaměření konstrukcí stěn na vlhkost, měření relativní vlhkosti vzduchu a vnitřní teploty v referenčních místnostech.

PRŮZKUM ODBĚREM VZORKŮ ZDIVA:

Průzkum proveden destruktivním odběrem vzorků zdiva a omítek k určení vlhkosti a salinity.

Zdivo nad i pod terénem je cihelné, zděné na vápenocementovou maltu. Základy jsou betonové, tvořené základovými pasy. Obvodové zdivo na fasádě obloženo cca 100 mm pískovcového obkladu (haklíkové zdivo). Nadzemní zdivo nad tímto kamenným soklem a nad základem je cihelné, omítané na obou lících. Spáry zdiva jsou vyplněny vápennou maltou.

Obr. 1: Zákres sond. Místa odběru vzorků v suterénu (1.PP)



Výsledky vlhkostního viz tabulka I. , porovnáno s tabulkou II. z normy ČSN P 730610

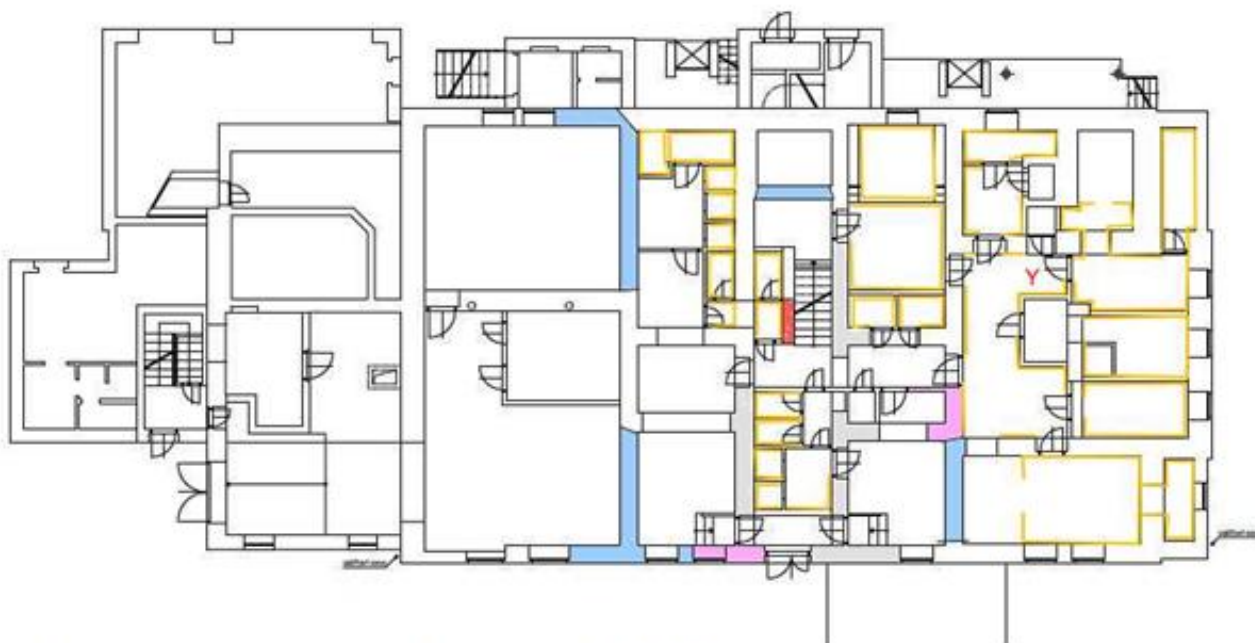
Tabulka I. – naměřené hodnoty vlhkosti zdiva v 1.PP

profil	číslo vzorku	výška nad podlahou m	hloubka v cm	materiál	vlhkost (% hm.)	tendence
A	79	0,05	2-12	cihla	3,8	kondenzace ve zdivu
	80	0,5	2-12	cihla	5,3	
	Z3	0,5	0-2	omítka	0,2	
	D52	1,0	2-12	cihla	4,6	
B	D50	0,1	0-2	omítka	0,8	suché
	D51	0,1	2-10	cihla	0,2	
	D56	0,5	2-10	omítka	0,5	
	D55	1,0	2-10	cihla	0,4	
C	201	0,3	6-12	cihla	1,8	suché
	50	0,6	2-15	cihla	0,9	
E	D1	0,1	0-2	omítka	2,1	suché
	D18	0,1	2-15	cihla	0,8	
	109	0,5	2-15	malta	1,6	
J	49	0,05	2-10	cihla	7,0	vzlínání
	75	0,5	2-10	cihla	6,5	
	D5	1,0	2-10	cihla	1,1	
D	52	0,3	0-2	omítka	1,0	průsak
	210	0,3	2-12	cihla	2,9	
	152	0,6	0-2	omítka	14,4	
	D20	0,6	2-12	cihla	0,1	
H	D57	1,6	0-2	omítka	2,8	vzlínání omítkou
	D58	1,6	2-10	cihla	3,8	
	78	1,1	0-2	omítka	6,9	
	62	1,1	2-10	cihla	3,1	
F	Z1	0,1	0-2	omítka	2,7	průsak zdivem
	B52	0,1	2-20	cihla	8,7	
	D16	0,5	0-2	omítka	2,3	
	D17	0,5	2-20	cihla	6,4	
G	94	0,1	0-2	omítka	0,9	suché
	603	0,1	2-10	cihla	1,0	
	D15	0,5	0-2	omítka	0,1	
	C25	0,5	2-10	cihla	0,7	

Výsledky stanovení vlhkosti uvádí tabulka II. níže, vyhodnocená dle tabulky I.

TABULKA II. – orientační stupnice vlhkosti zdiva dle ČSN P 730610

Zavlhčení zdiva	Kategorie vlhkosti	označení
0,00 % až 3,00%	vlhkost velmi nízká	x
3,00 % až 5,00 %	vlhkost nízká	xx
5,00 % až 7,50 %	vlhkost zvýšená	xxx
7,50 % až 10,00%	vlhkost vysoká	xxxx
nad 10,00 %	vlhkost velmi vysoká	xxxxx



Obr 2: Grafické vyhodnocení zavlhčení suterénu (1.PP)

Legenda:	
	Velmi vysoce zavlhčené zdivo
	Vysoce zavlhčené zdivo
	Zdivo se zvýšenou vlhkostí
	Zdivo s nízkou a velmi nízkou vlhkostí
	Obklady stěn
	místo sběru dat vlhkosti a teploty vzduchu

Vyhodnocení destruktivního průzkumu zavlhčení zdiva

Zdivo suterénu je rozděleno dle naměřených hodnot do čtyř kategorií podle nejvyšší naměřené vlhkosti v místě. Závažné problémy jsou ve zdivu schodiště (k WC – průsak pitné vody), u jižního obvodového zdiva – průsaky dešťové vody. Třetím problematickým místem je středová zeď v předsíni pánské šatny, kde prosakuje kanalizace. Specifické problémy se zvýšenou vlhkostí se nachází v nosné zdi mezi pánskou šatnou a chladnicí - zde kondenzuje vlhkost uvnitř chladného zdiva, a ve zdivu mezi dílnou / kotelnou a šatnami. Rovněž zde kondenzuje vlhkost uvnitř zdiva v důsledku překročení rosného bodu teplého vzduchu.

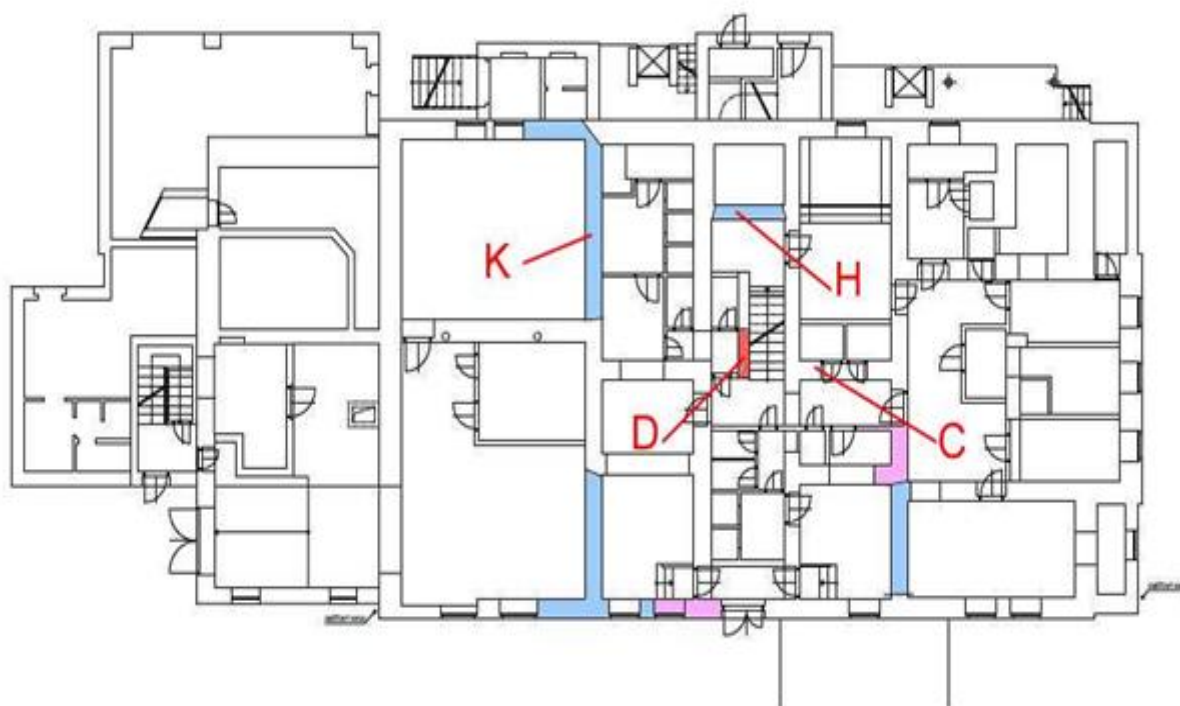
Průzkum zasolení zdiva

Ze vzorků pro stanovení vlhkosti byly vybrány čtyři, které byly testovány na obsah vodorozpustných solí. Laboratorní stanovení provedeno po rozpuštění vzorků testovací sadou Merck. Výsledky uvedeny v procentech.

Výsledky stanovení zasolení uvádí tabulka :

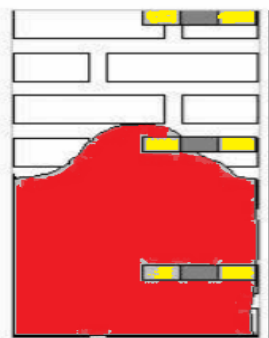
Tabulka III. – naměřené hodnoty zasolení zdiva v 1.PP objektu

Vzorek	umístění	materiál	sírany	chloridy	dusičnany
78	Obvod. stěna sklad / osa H	cihla	NEG	NEG	0,05%
50	Dělicí stěna sklad / osa C	cihla	0,2–0,4%	NEG	0,05%
152	Stěna schodiště / osa D	cihla	NEG	NEG	NEG
W10	Kotelna stěna / osa K	cihla	NEG	15-25%	0,025%

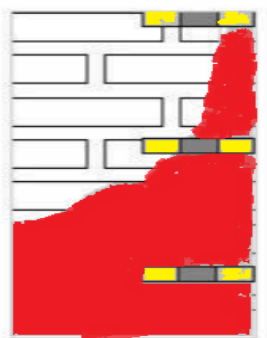


Obr. 3: Zákres sond. Místa odběru vzorků zasolení v suterénu (1.PP)

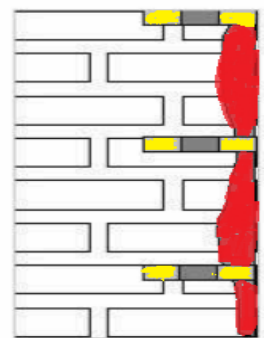
Schématické znázornění odběrů vzorků zdiva k určení vlhkosti a sanility zdiva (příklady vlhkostí zdiva)



průběh vztlínající vlhkosti



průběh kombinace vztlínající vlhkosti a kondenzace



průběh kondenzační vlhkosti na povrchu stěny

Vyhodnocení výsledků zasolení

K vyhodnocení zasolení byla použita tabulka IV. dle směrnice WTA 2-9-04, která rozděluje hodnoty zasolení do tří skupin dle závažnosti zatížení solemi:

Tabulka IV. Definice stupně zasolení zdiva dle směrnice WTA 2-9-04

Stupeň zasolení	Hodnota stupně zasolení - opatření	sírany (% hm.)	chloridy (% hm.)	dusičnany (% hm.)
nízký	nejsou nutná žádná opatření	do 0,5	do 0,2	do 0,1
střední	je nutné zvážit dílčí opatření	0,5–1,5	0,2–0,5	0,1–0,3
vysoký	opatření jsou nezbytná	nad 1,5	nad 0,5	nad 0,3

Vážným zasolením je postiženo pouze zdivo kotelny, společné se sprchami v šatně žen. Příčinou silného výkvětu čistých chloridů může být použití chlornanu sodného jako desinfekce ve sprchách, stejně jako použití chloridů v kotelně (úprava vody a čištění iontoměničů). Velmi vysoká teplota a nízká vlhkost vzduchu v kotelně vede k filtrování vody ze sprch zdivem ve směru tlaku vodní páry. Ostatní tři vzorky vykazují velmi nízké zasolení, případně žádné.

Dílčí závěr: zasolení není v objektu žádným zásadním problémem. Zasolení chloridy je patrné jen na suché straně mimo oblast projektu.

Závěry průzkumu z odběrů vzorků zdiva

- Příčinou lokálního zavlhčení fasády objektu je vztlínající voda související s prostupem vodní páry obvodovým zdivem a omezení odparu obkladem.
- Zavlhčení je lokálně velmi vysoké, zdivo bude dlouhou dobu vysychat, řádově několik let.
- Omítky jsou poškozeny vztlínáním a solemi, a prostupem vodní páry
- Dochází k zátoku přes obvodové stěny (vlivem absence svislé hydroizolace / objekt je „zaříznut“ do terénu
- Vztlínání vlhkosti na konstrukcích vnitřních stěn 1.PP

PRŮZKUM MIKROVLNÝM MĚŘENÍM VLHKOSTÍ ZDIVA:

Na měření vlhkosti byl použit postup nedestruktivního mikrovlnného měření technologií MOIST 350B s použitím nastavné hlavice MOIST- 350 pro hloubkové měření (do 350 mm) a přístroj TROTEC T2000S s kulovou sondou do hl.50mm.

V závislosti na skladbě proměřovaného materiálu výrobce u technologie udává přesnost měření 1 – 2 %.



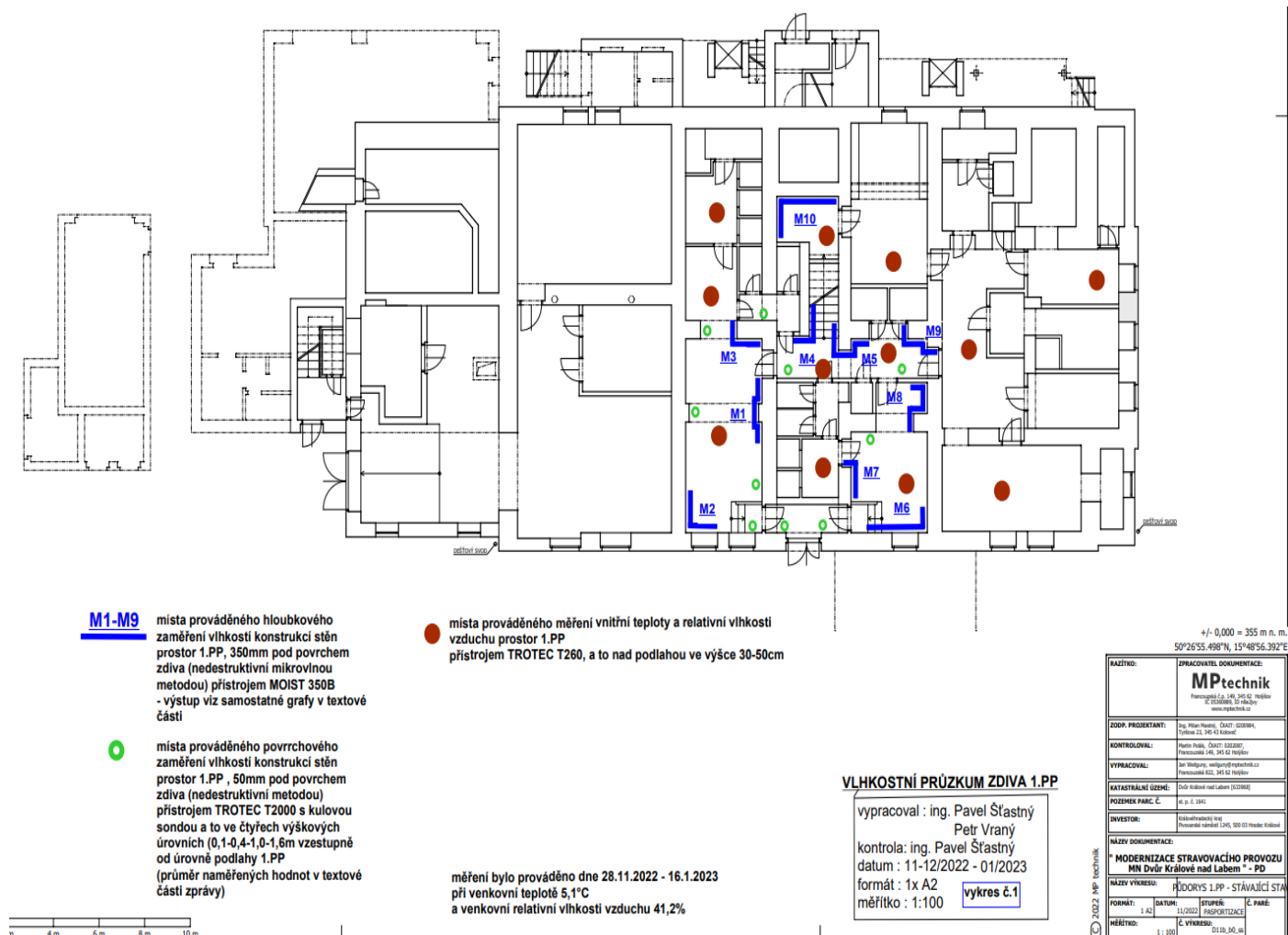
Ve vnitřním prostoru 1.PP / 1.NP byl proveden soubor měření s využitím měřících přístrojů pracujících na rozdílných principech s cílem zjistit stav vlhkosti konstrukcí s relativně ustálenými vlhkostními poměry. Zásadně byly používány takové měřičské metody, které umožňovaly provést měření bez zásahu do konstrukčních vrstev a tedy více či méně je poškodit.

- u hloubkového měření přístrojem MOIST 350B do hloubky 350mm - viz samostatné výstupy v grafech objektu byly naměřeny hodnoty, které se pohybovaly v oblasti vysoké až velmi vysoké vlhkosti.

- u hloubkového měření přístrojem TROTEC T2000S s kulovou sondou do hloubky 50mm - v objektu byly naměřeny hodnoty, které se pohybovaly v oblasti zvýšené až vysoké vlhkosti, naměřené nízké hodnoty hm. vlhkosti mohou být způsobeny především odtrženými omítkami od podkladních vrstev a použitými materiály při provedených dřívějších opravách.

Při měření na obnaženém zdivu (kde to bylo možné) byly naměřeny hodnoty 2,2 – 7,3% hm. vlhkostí, což odpovídá zvýšeným hodnotám. Z tohoto důvodu je dobré při návrhu počítat s možností nefunkčních původních izolací stěn.

KLASIFIKACE VLHKOSTI ZDIVA DLE ČSN 73 0610	
vlhkost velmi nízká	< 3 %
vlhkost nízká	3 % až 5 %
vlhkost zvýšená	5 % až 7,5%
vlhkost vysoká	7,5% až 10 %
vlhkost velmi vysoká (zamokření)	> 10 %



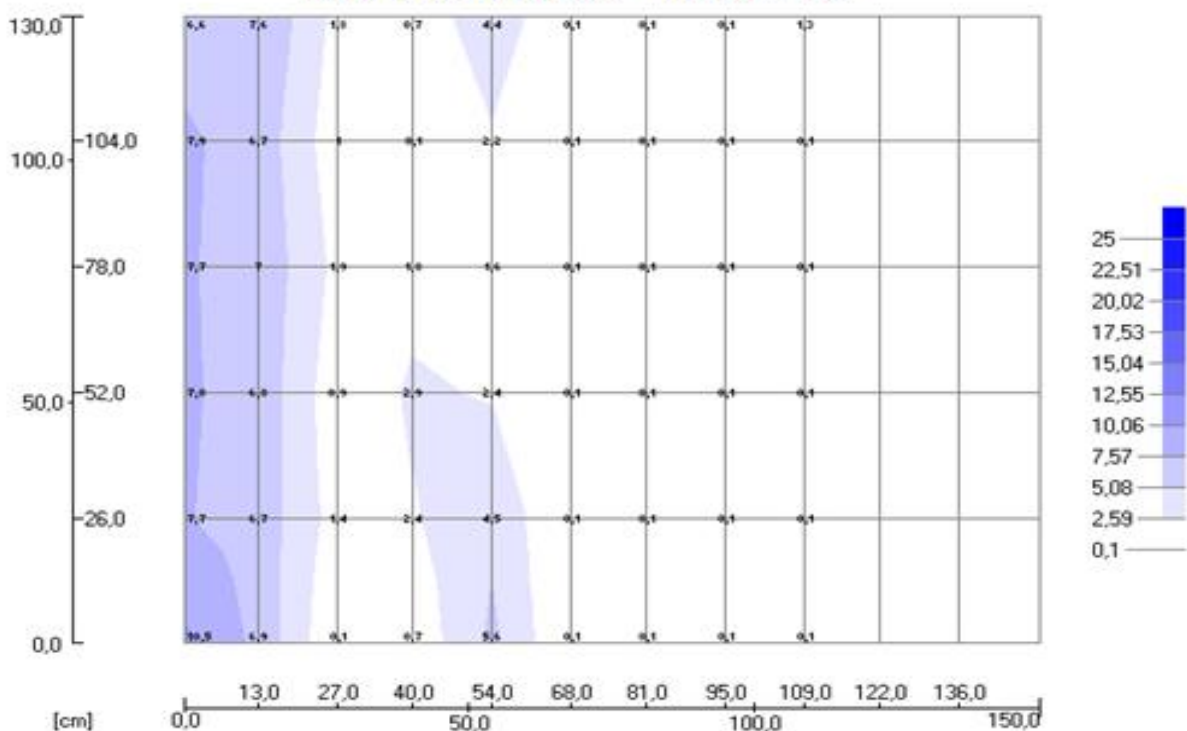
Vnitřní teplota vzduchu = 18,5 – 21,8°C
Vnitřní relativní vlhkost vzduchu = 37,5 – 42,5%

Měření proběhlo : 28.11.2022 od 10.00h

Ing. Pavel Šťastný, Petr Vraný

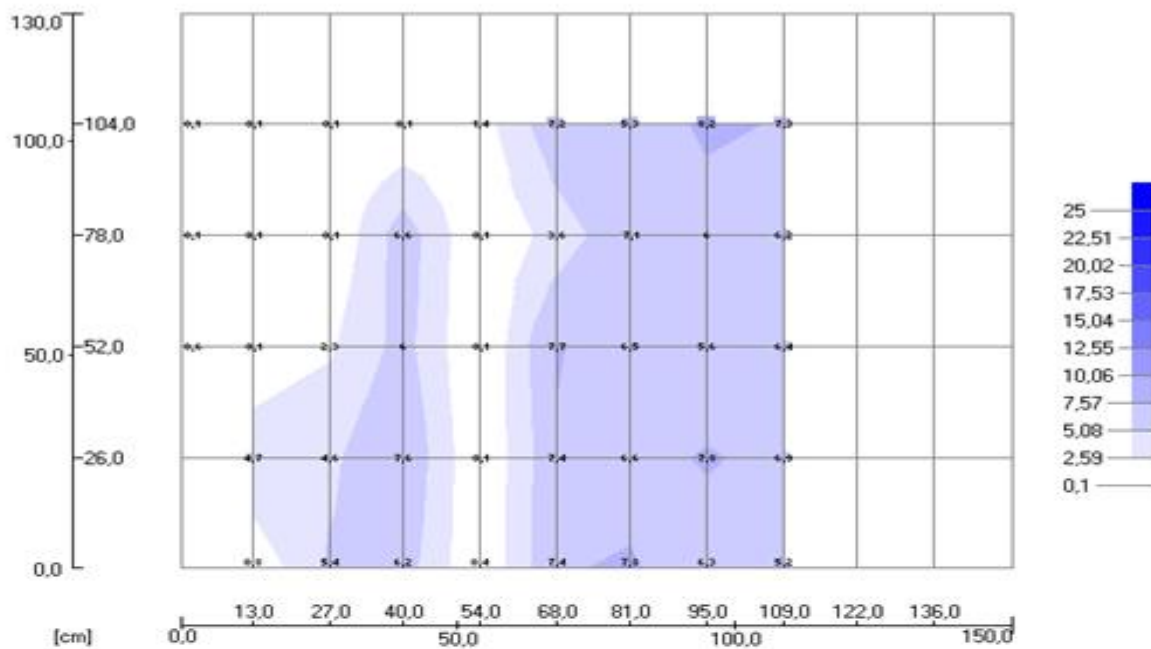
Stěna M1 – v 1.PP (umístění viz půdorys)

průměrná vlhkost stěny 2,4 %hm
 minimální vlhkost stěny 0,1 %hm 3-6
 maximální vlhkost stěny 10,5 %hm 1-6



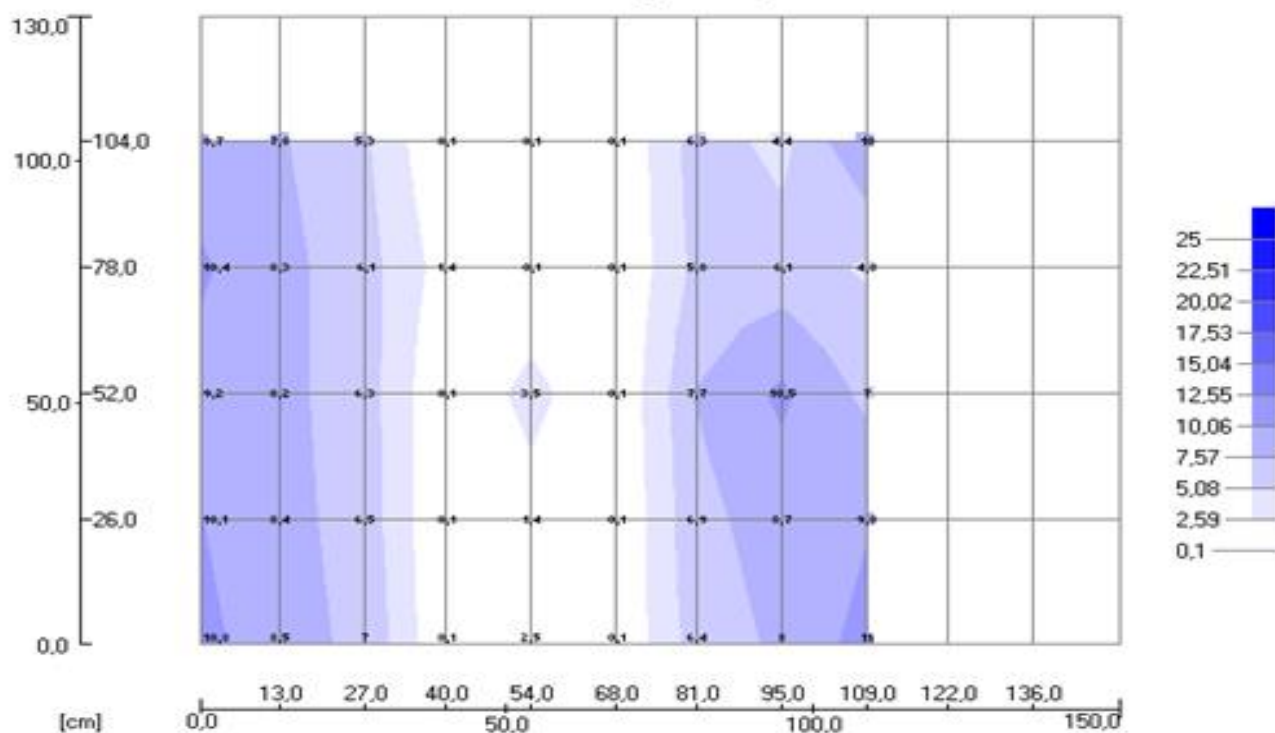
Stěna M2 –v 1.PP (umístění viz půdorys)

průměrná vlhkost stěny 4,1 %hm
 minimální vlhkost stěny 0,1 %hm 1-1
 maximální vlhkost stěny 8,2 %hm 8-1



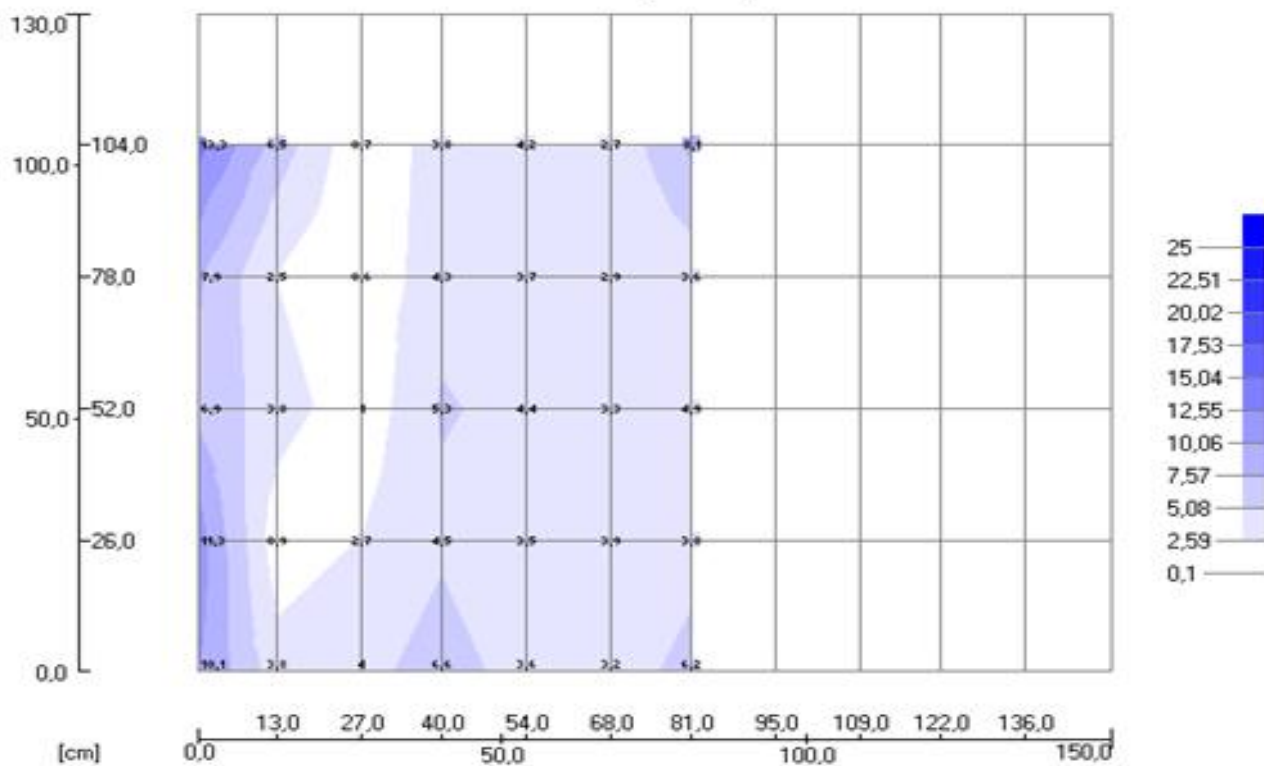
Stěna M3 – v 1.PP (umístění viz půdorys)

průměrná vlhkost stěny 5,4 %hm
minimální vlhkost stěny 0,1 %hm 4-1
maximální vlhkost stěny 11,0 %hm 9-5



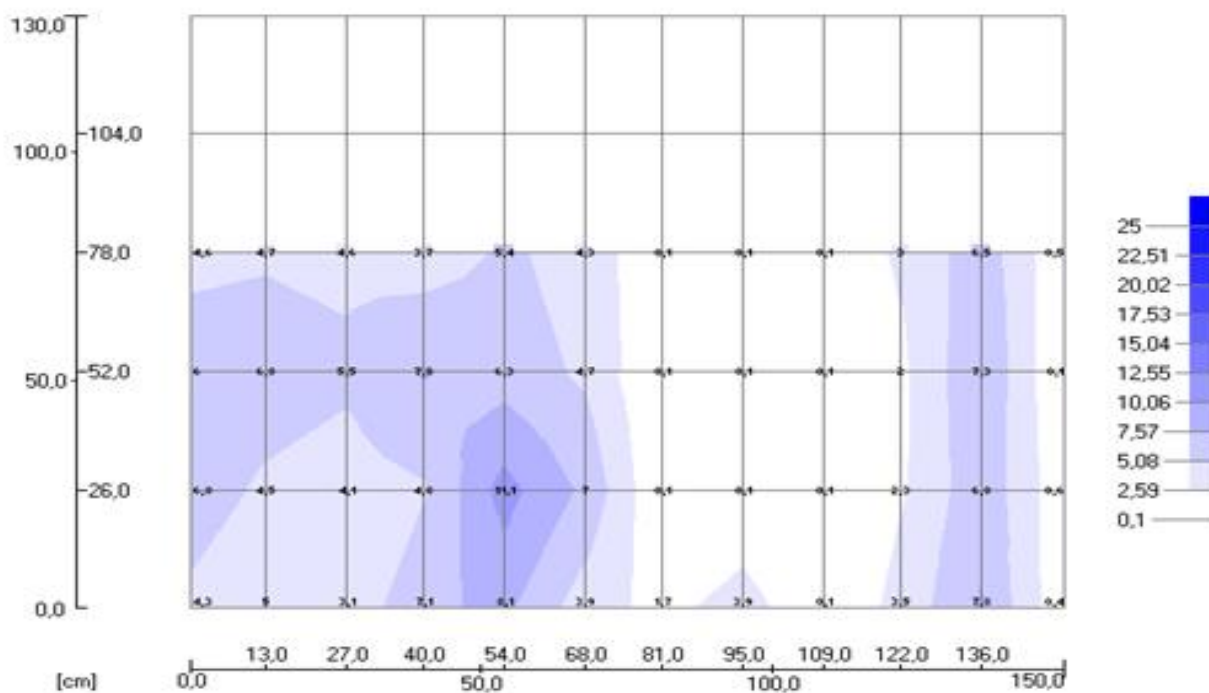
Stěna M4 – v 1.PP (umístění viz půdorys)

průměrná vlhkost stěny 4,6 %hm
minimální vlhkost stěny 0,6 %hm 3-2
maximální vlhkost stěny 13,3 %hm 1-1



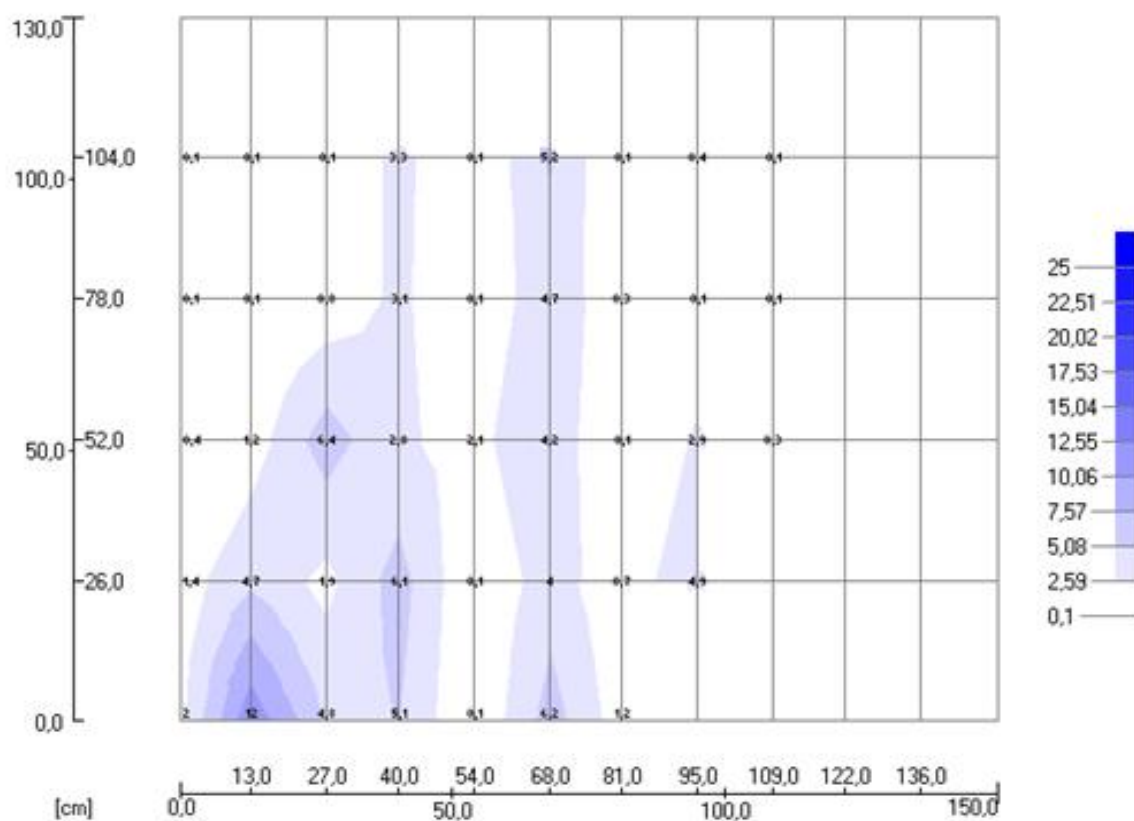
Stěna M5 – v 1.PP (umístění viz půdorys)

průměrná vlhkost stěny 3,8 %hm
 minimální vlhkost stěny 0,1 %hm 7-1
 maximální vlhkost stěny 11,1 %hm 5-3



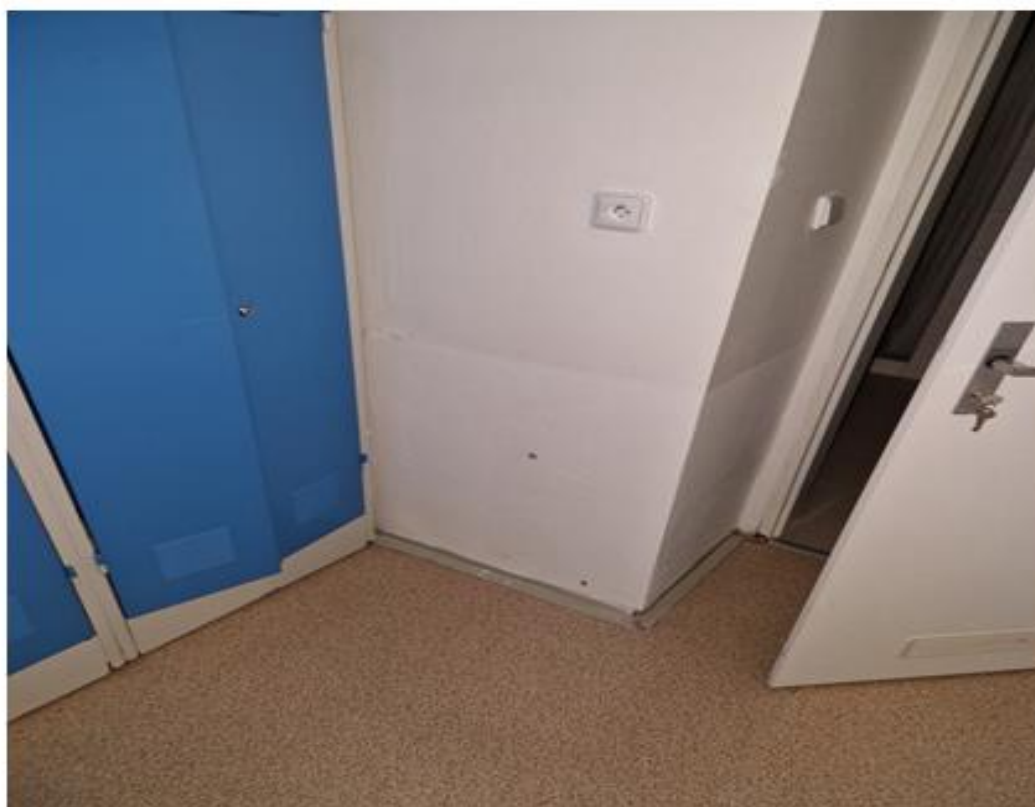
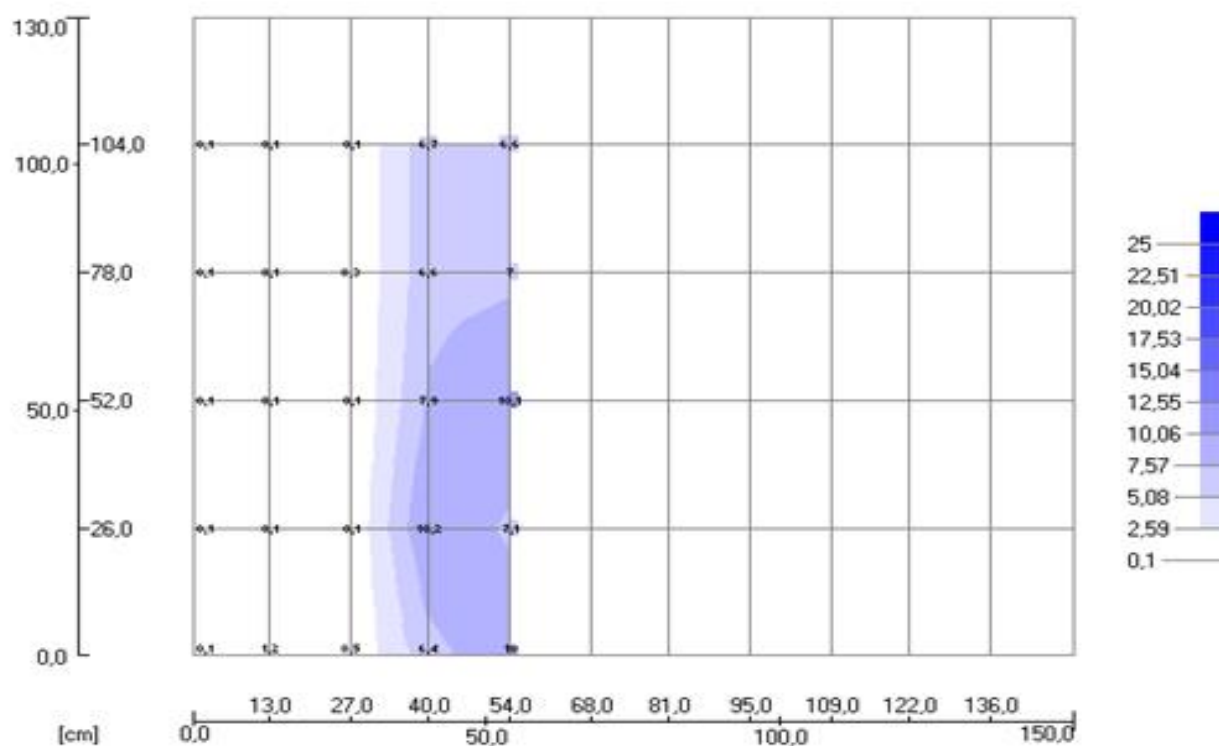
Stěna M6 – v 1.PP (umístění viz půdorys)

průměrná vlhkost stěny 2,2 %hm
 minimální vlhkost stěny 0,1 %hm 1-1
 maximální vlhkost stěny 12,0 %hm 2-5



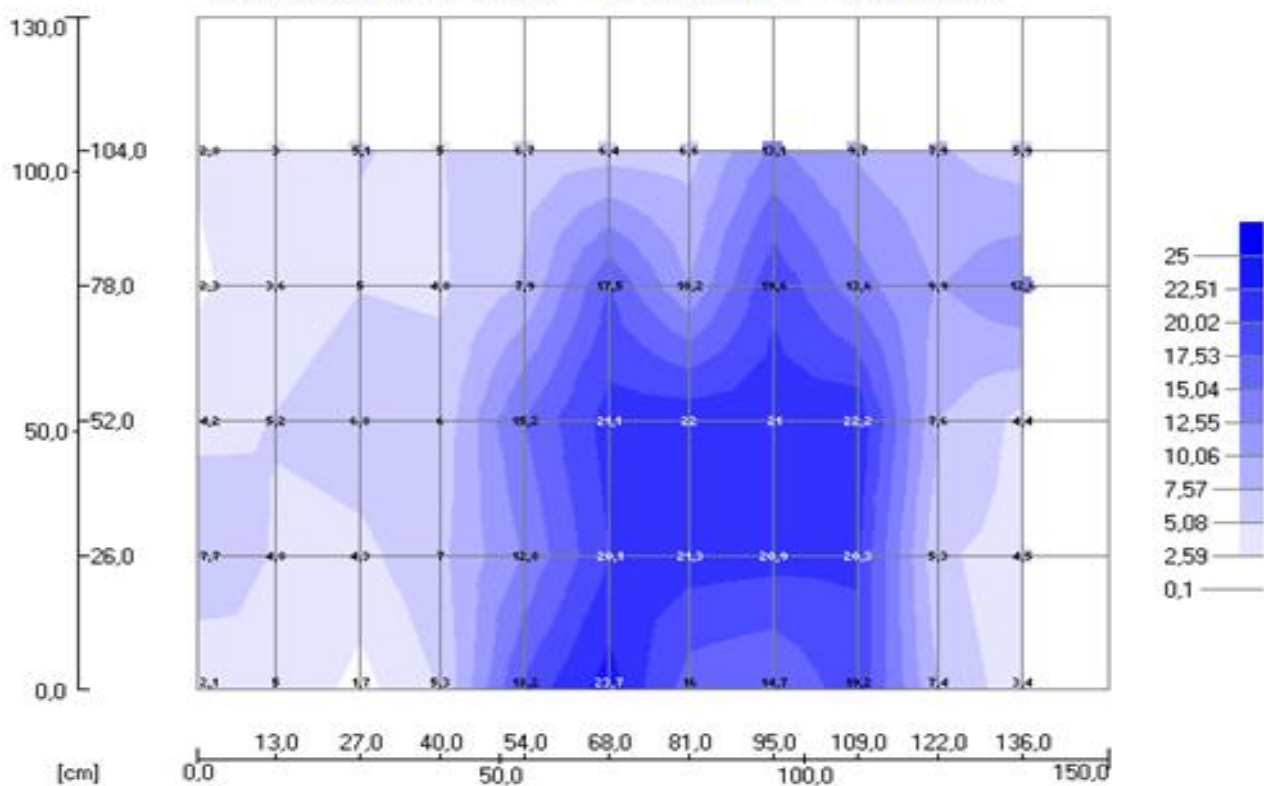
Stěna M7 – v 1.PP (umístění viz půdorys)

průměrná vlhkost stěny 3,3 %hm
 minimální vlhkost stěny 0,1 %hm 1-1
 maximální vlhkost stěny 10,2 %hm 4-4



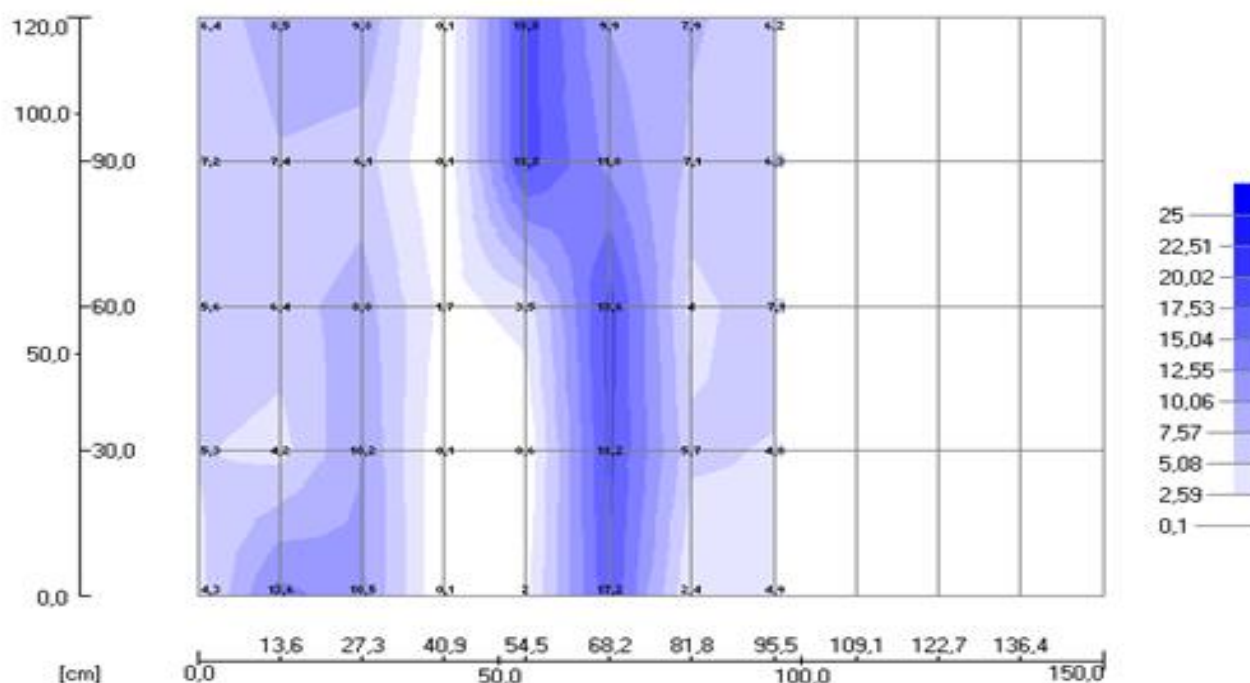
Stěna M8 – v 1.PP (umístění viz půdorys)

průměrná vlhkost stěny 10,2 %hm
minimální vlhkost stěny 1,7 %hm 3-5
maximální vlhkost stěny 23,7 %hm 6-5 = zátok potrubí



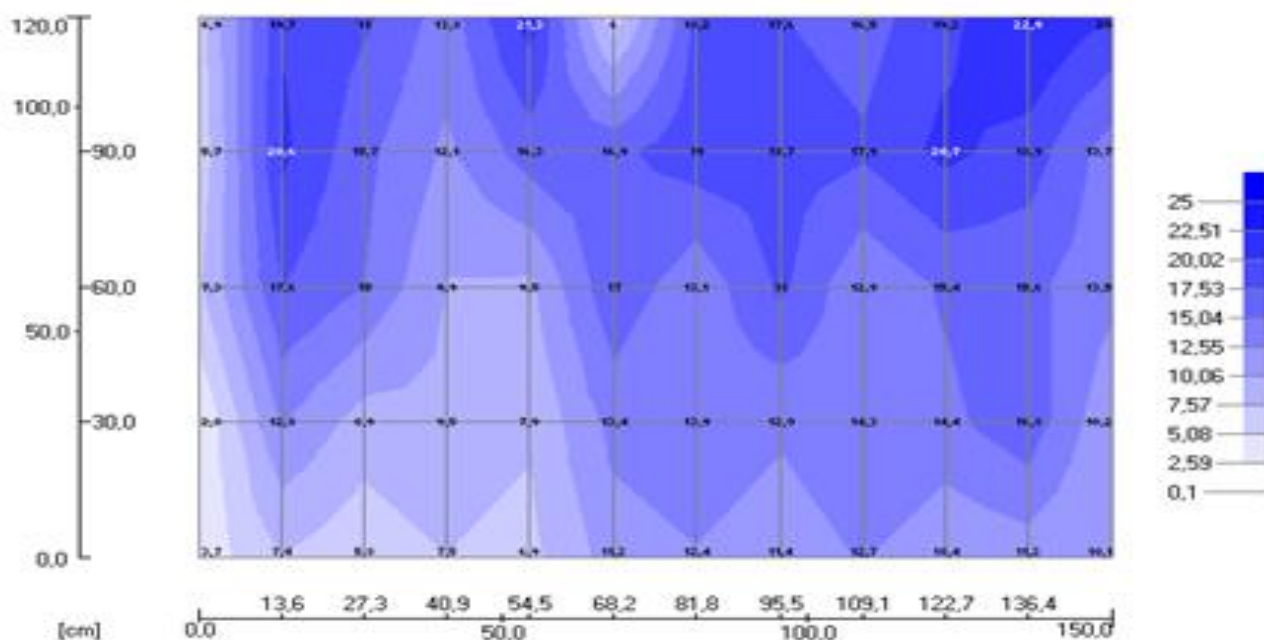
Stěna M9 – v 1.PP (umístění viz půdorys)

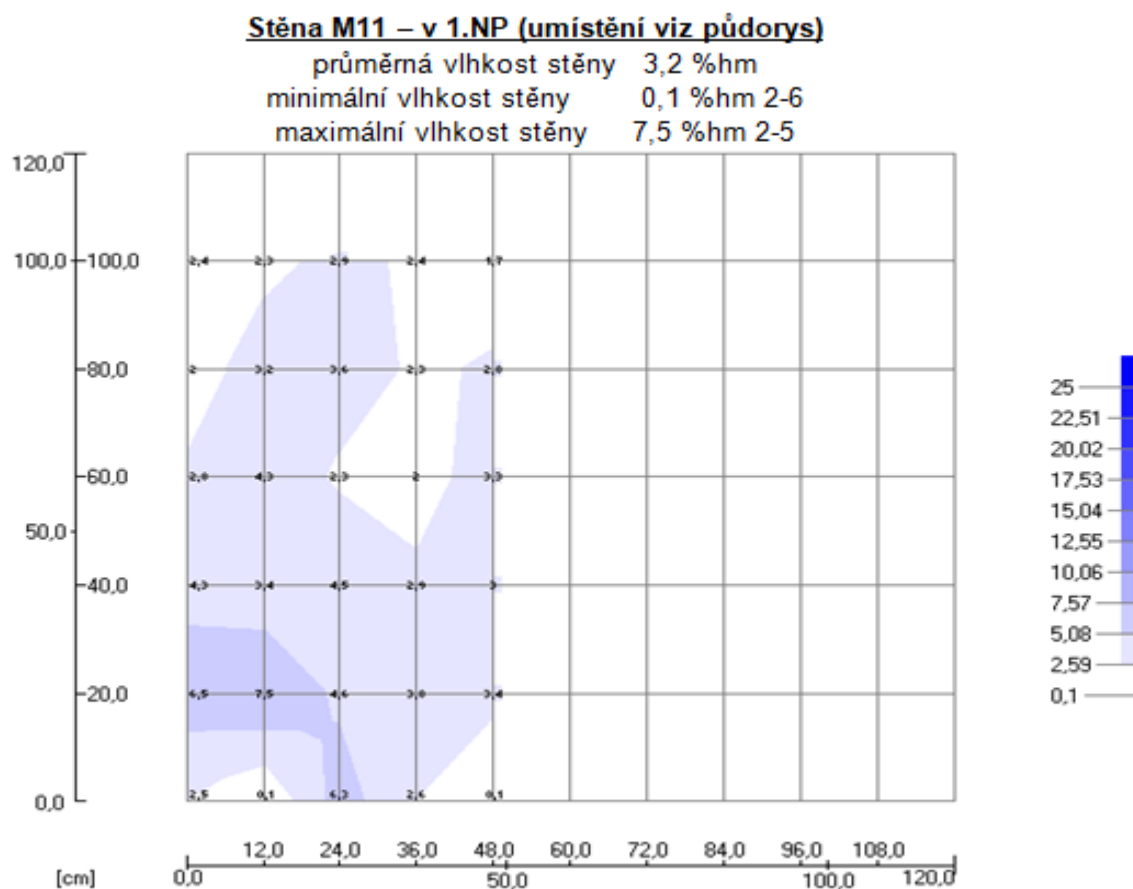
průměrná vlhkost stěny 8,5 %hm
minimální vlhkost stěny 0,1 %hm 4-1
maximální vlhkost stěny 18,8 %hm 5-1



Stěna M10 – v 1.PP (umístění viz půdorys)

průměrná vlhkost stěny 13,2 %hm
minimální vlhkost stěny 2,8 %hm 1-2
maximální vlhkost stěny 22,9 %hm 11-5





KLASIFIKACE VLHKOSTI ZDIVA DLE ČSN 73 0610	
vlhkost velmi nízká	< 3 %
vlhkost nízká	3 % až 5 %
vlhkost zvýšená	5 % až 7,5%
vlhkost vysoká	7,5% až 10 %
vlhkost velmi vysoká (zamokření)	> 10 %

Závěry průzkumu z mikrovlnného měření vlhkosti zdiva

- Zavlhčení je lokálně velmi vysoké, porušené stoupačky kanalizace.
- Omítky jsou poškozeny vzlínáním, a prostupem vodní páry
- Dochází k zátoku přes obvodové stěny vlivem absence svislé Vztlínání vlhkosti na konstrukcích vnitřních stěn 1.PP

PRŮZKUM - MĚŘENÍ TEPLOTY VZDUCHU A VLHKOSTI VZDUCHU:

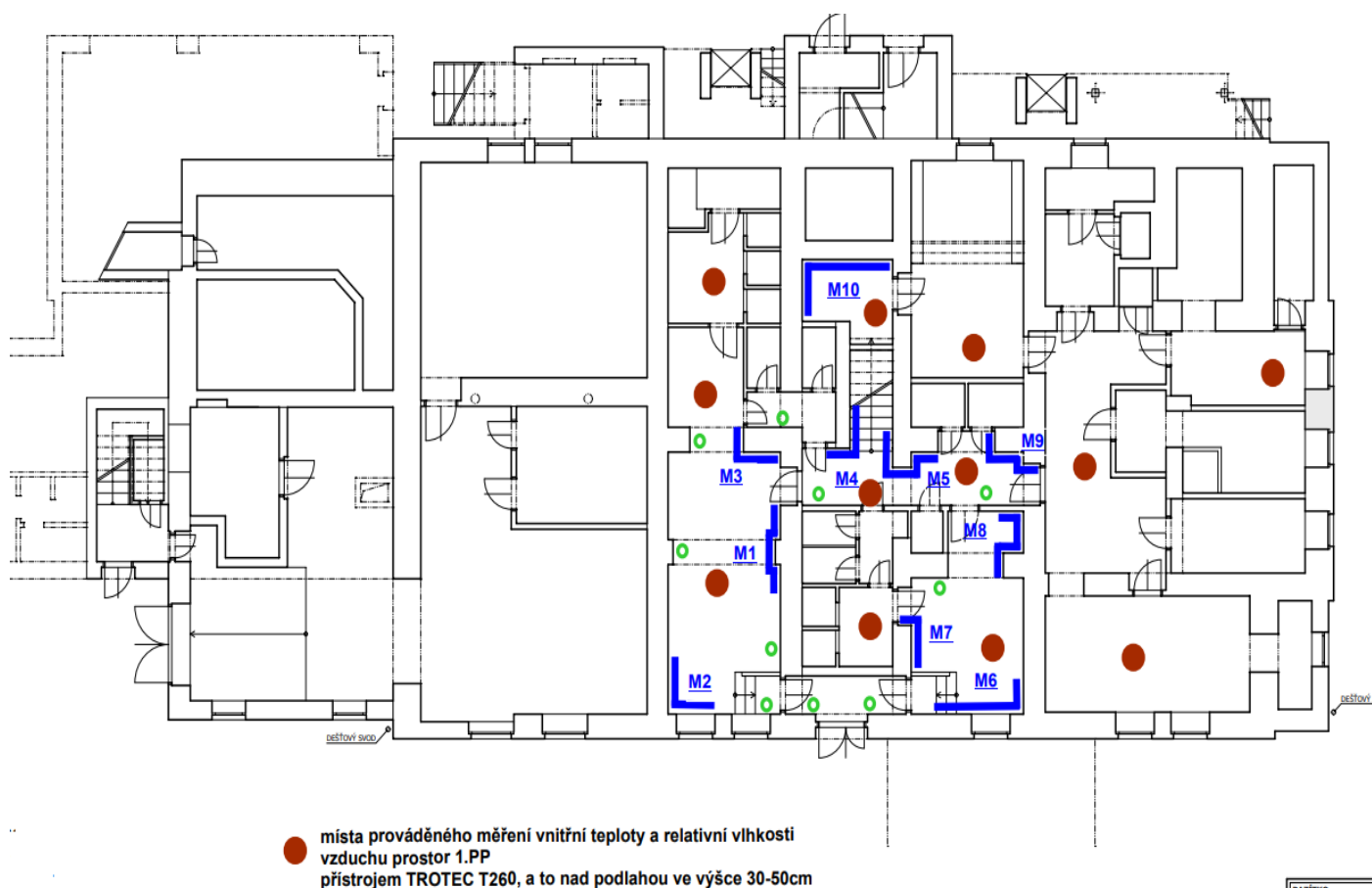
Měření bylo provedeno digitálními měřicími přístroji TROTEC T260, které byly umístěny v interiéru 1.PP / 1.NP na vytypovaných místech. Měření bylo prováděno ve výšce 30-50-160 cm nad úrovní podlahy 1.PP. Výsledky měření jsou uvedeny v následující tabulce, místa měření jsou vyznačena v půdorysu 1.PP. / 2.PP

Tabulka naměřených hodnot vnitřní teploty prostředí a vlhkosti vzduchu :

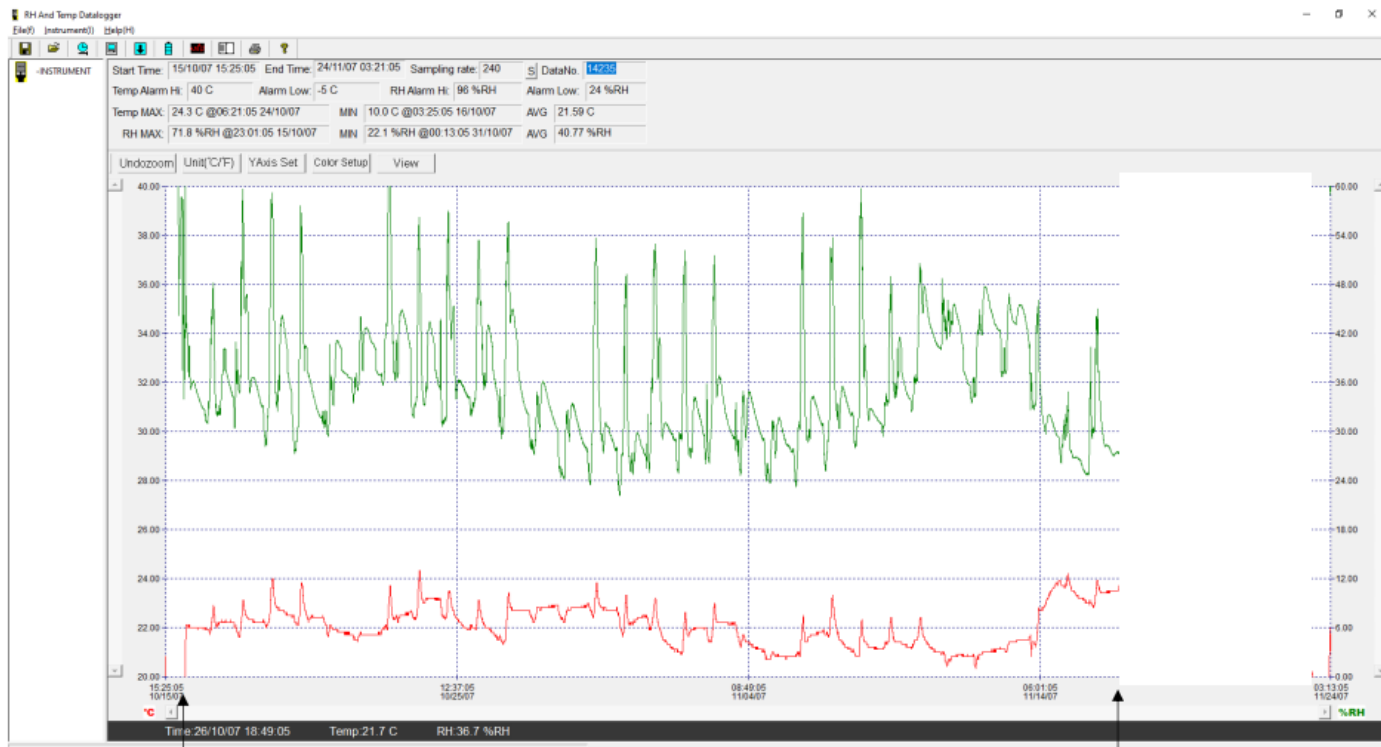
MĚŘENÍ:	0,22	0,23	0,17	0,02	0,06	0,05
Teplota (°C)	19,6	19,5	21,8	19,9	19,7	20,2
Vlhkost (%)	38,9	39,6	41,2	38,1	38,9	37,5

MĚŘENÍ:	0,07	0,14	0,10	0,14	0,15	0,01
Teplota (°C)	18,5	19,4	19,4	19,7	19,4	19,2
Vlhkost (%)	54,9	42,5	41,5	40,7	39,8	40,4

Venkovní teplota 5,5°C, venkovní relativní vlhkost vzduchu 52,8%

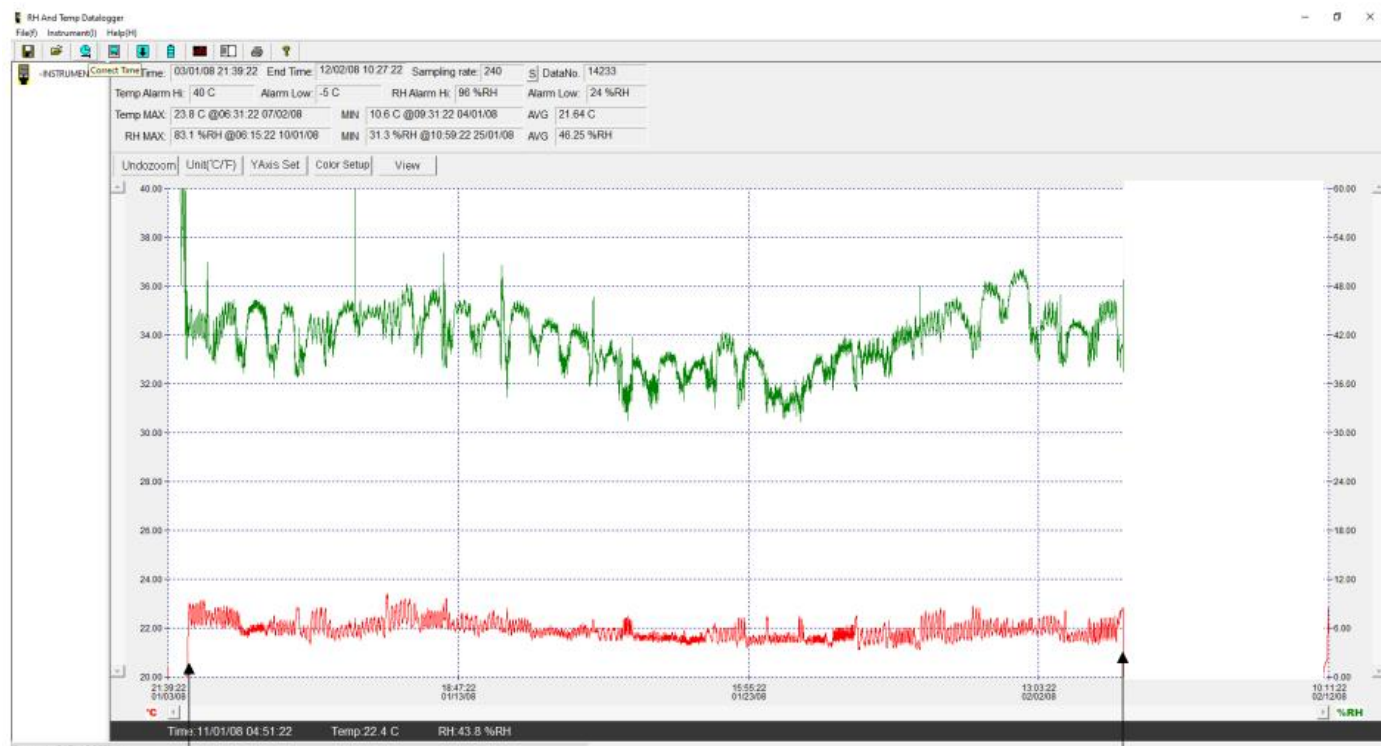


Výstupy z pevných měřicích bodů – přístroje DATALOGGER (teplota / vlhkost v prostoru 1.PP)



28.11.2022

28.12.2022



28.11.2022

28.12.2022

Měření mikroklimatu

V průběhu měsíce prosince (28.11.- 28.12.) byly v objektu instalovány dva sběrače dat (dataloggery), měřící vlhkost vzduchu a teplotu vzduchu. Interval sběru dal byl nastaven na 4 minuty. Každý měřený okamžik byl zaznamenán jak v tabulce, tak v grafu speciálního software.

Grafy jsou uvedeny výše jako „Jídelna“ a „Sklep“. Datalogger „jídelna“ byl umístěn na dělicí stěně jídelny a výdejny ve výšce 2,2m nad podlahou a zabezpečen proti přemístění. Datalogger „Sklep“ byl umístěn v centrální místnosti skladu ve výši 2m nad podlahou na konstrukci vetknuté do vnitřního zdiva a zabezpečen proti přemístění.

Výsledky měření

Výsledky měření v jídelně ukazují periodické změny nahřívání interiéru o cca 2°C během tří hodin každý den, a poté dvouhodinový rychlý pokles o cca 1,5°C, následovaný pomalým poklesem během následujících devatenácti hodin o další půl stupeň C. Vlhkosti v interiéru se mění v rozsahu cca 10 procentních bodů mezi 30 a 40%, resp. 28 a 38% r.v. v souvislosti s rychlým poklesem teploty – jedná se o okamžiky, kdy do jídelny vstupuje více sob dveřmi a tím z prostoru větrá vzduch. Vlhkost vzduchu v interiéru jídelny nepřekračuje 40% r.v., mikroklima je tedy komfortní, hygienicky splňuje požadavky norem.

Hodnoty naměřené ve sklepe v prostoru skladu kolísají velmi málo, a to v souvislosti s provozem a vstupem osob – krátkodobě. Teploty se v měřeném úseku lišily v rozsahu 1°C mezi 22 a 23°C, resp. 21 a 22°C. Interval mezi vyšší teplotou a nižší teplotou a naopak je většinou 2-3 hodiny. Rozkmit hodnot relativní vlhkosti ve skladu v suterénu je mezi 31% r.v. a 36% r.v., přičemž dvouhodinové rozkmity se liší o méně, než 1% bod relativní vlhkosti. V grafu jsou ale patrné i okamžiky větrání, kdy najednou klesne relativní vlhkost skokem až o 5% bodů. Mezi těmito rychlými poklesy je interval 2-3 dny.

Závěr z měření mikroklimatu

Měření mikroklimatu prokázalo, že v místnostech přízemí i suterénu je hygienicky odpovídající normované mikroklima, zcela vylučující hygienická rizika růstu plísní, a že prostory jsou využívány podle hygienických pravidel. Teplotní a vlhkostní hodnoty dle hygienických předpisů jsou dodrženy.

PRŮZKUM - ANEMOMETRICKÉ STANOVENÍ POHYBU VZDUCHU:

Anemometrické stanovení pohybu vzduchu v prostorách 1.NP (1A-1H) a 1.PP (2A-2H)

Provedeno zařízením TESTOVENT 4000 s externí sondou

Vnější teplota -4°C



1A Jídelna, zavřené otvory



Teplota: 20,3°C rychlost proudění : 0,00m/s

1B Jídelna, okno na WC otevřeno (ventilačka) rychlost proudění 0,00 m/s



1C Jídelna, u severního okna



rychlost proudění 0,00 m/s

1D Výdejna, uprostřed
rychlost proudění 0,00 m/s



1E Výdejna, pod zapnutou ventilací
rychlost proudění 0,5 m/s



1F Výdejna, 1m od okna s otevřenou ventilačkou
rychlost proudění 0,00 m/s



1G Výdejna, 1m od okna zapnuta ventilace
rychlost proudění 0,7 m/s



1H Kuchyně, se zapnutou ventilací rychlost
proudění 0,4 m/s. Teplota 21,9°C



2A šatna ženy, výška 2,0 m, zapnuté odsávání v



podhledu, rychlost proudění 1,3 m/s teplota 19,3°C

vpřavo: 2B šatna ženy, otevřené okno, vypnuté
odsávání, výška 1,5m rychlost 0,00 m/s



2C šatna muži, výška 1,5 m, otevřené okno, rychlost 1,4 m/s teplota 23,1°C

2D šatna muži, otevřená ~~ventilačka~~ ventilačka, výška 1,5m
rychlost 0,00 m/s teplota 23,1°C



2E chodba před šatnami, spuštěná ventilace
výška 1,7m ; rychlost proudění 0,8 m/s
teplota 20,8°C



Sklad v 1.PP



teplota 20,1°C

2F chodba k chladnici, v 1,5 m : rychlost 0,0 m/s



2G Sklad chodba, v 2,0m rychlost 0,0 m/s

2G Sklad východ, v 1,5m rychlost 0,0 m/s



2H Sklad přípravna, v 1,5 m, rychlost 0,0 m/s

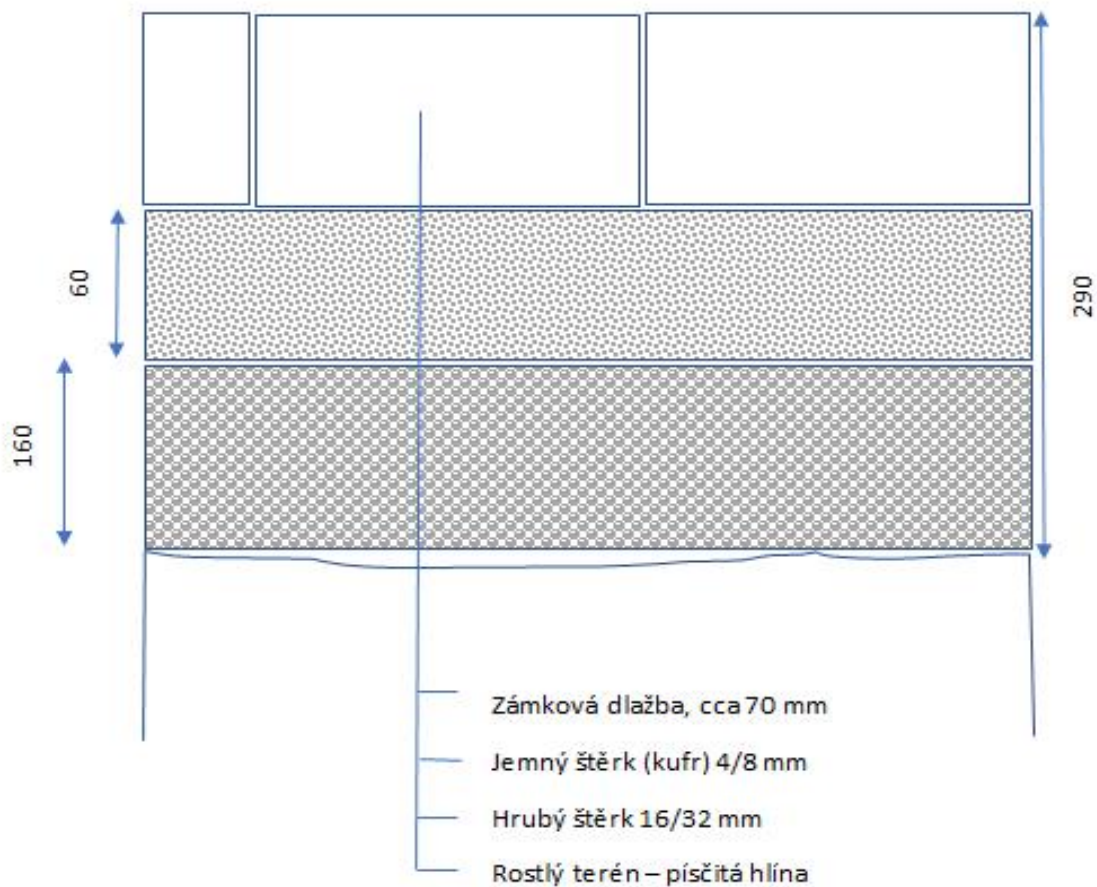


Závěr z měření proudění vzduchu:

- a) Přes velký rozdíl teplot (až 25K) mezi vnějším a vnitřním prostředím nedochází při zavřených otvorech nikde k pohybu vzduchu. Výplně otvorů, okna i dveře jsou dostatečně těsné.
- b) Při otevřených ventilacích oken nedochází měřitelnému pohybu vzduchu
- c) Při zapnutí kteréhokoli odsávání vzduchu, případně nuceného přívodu vzduchu do výdejn, je pohyb vzduchu měřitelný, mezi 0,4 a 1,4m/s
- d) V suterénu je jediným zdrojem pohybu vzduchu nucené větrání, případně zcela otevřené okno. Otevření ventilací oken vyvolává neměřitelný pohyb vzduchu.

PRŮZKUM - KOPANÁ SONDA V CHODNÍKU U OBJEKTU:

Sonda do chodníku, jižní strana – průřez



Poznámky ke kopané sondě:

- a) Zdivo (kamenný pískovcový obklad) pokračuje beze změny i pod chodníkem, bez svislé hydroizolace
- b) Štěrk, vybraný ze sondy, je zcela promočený. Do skladby zatéká z výše položeného asfaltového krytu komunikace
- c) Rohožka vchodu je odvedněna přímo do štěrkového podsypu dlažby (viz foto)
- d) Obvodové zdivo (pískovcový obklad) je zcela promočen



Obr.2 místo provedené sondy
rohožky

Obr.3, 4: odvodnění



PRŮZKUM - KONTROLNÍ MĚŘENÍ TERMOVIZNÍ KAMEROU:

Na měření bylo použito - zařízení slouží k zobrazování teplot, ideální pro hledání úniků tepla, tepelných mostů ve vytápěných budovách a jiných teplotních anomálií, rozlišení 19 600 pixels (140×140 nebo 160×120) přístroj BOSCH FLIR GTC 400C, výrobce u technologie udává přesnost měření $\pm 3^{\circ}\text{C}$.

Jak infrakamera funguje?

Obraz snímáný infrakamerou přes speciální optiku z germania, které je teplopropustné, se rozkládá na systém bodů. Vodorovně i svisle je 140 bodů. Rozklad se děje pomocí rychle otáčivého zrcadla. Tepelné paprsky dopadají na detektor z teluritu rtuťnatokademnatého (HgCdTe), s jehož pomocí je změřena povrchová teplota každého bodu. Výsledkem jsou barevné obrázky, kde jednotlivé barvy znamenají příslušnou teplotu (lze seřadit v různé barevné a šedé škály s různými skoky). Dále lze vyznačit izotermy, změřit teplotu v jednom bodě apod. Každému bodu zobrazovaného objektu je tedy přiřazena určitá teplota.

Infrakameru lze také připojit k videokameře a snímáný obraz bez dalšího vyhodnocování přímo zaznamenat. Při znalostech stavební fyziky a stavebních postupů, materiálů a typických detailů je možné z tohoto obrazu vyvodit některé vady a kritická místa stavby (např. špatnou tepelnou izolaci) a navrhnout optimální možnosti zjednání nápravy tak, aby se pokud možno co nejvíce snížily náklady na vytápění objektu.



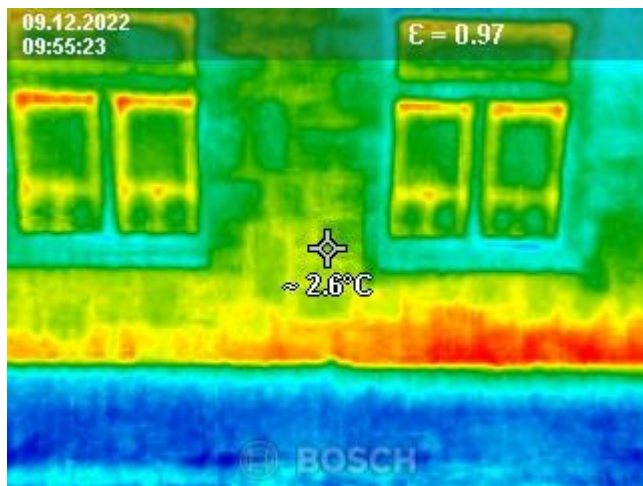
Kamera termovizní

číslo položky: PSK-00292

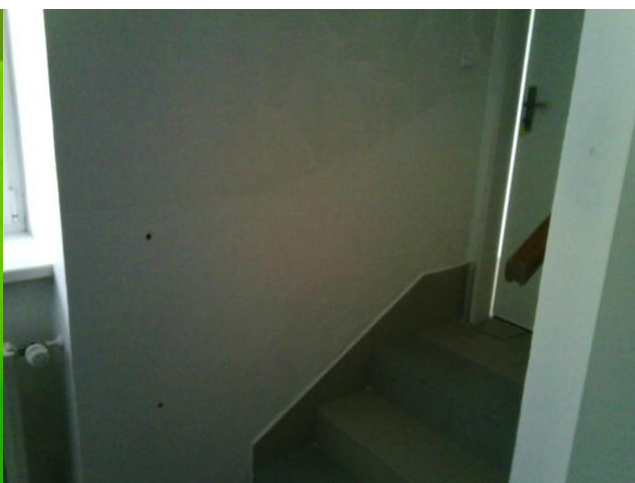
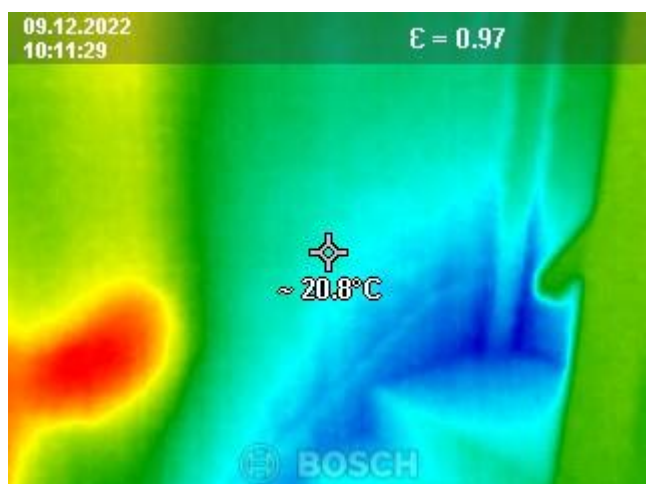
Zařízení slouží k zobrazování teplot, ideální pro hledání úniků tepla, tepelných mostů ve vytápěných budovách a jiných teplotních anomálií, rozlišení 19 600 pixels (140×140 nebo 160×120).

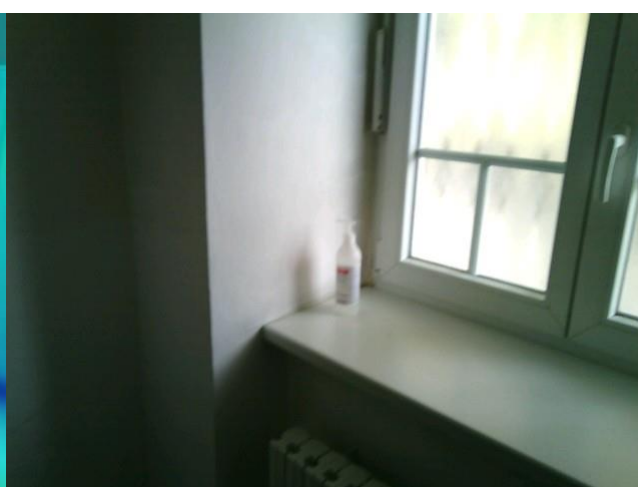
Vlastní měření objektu „J“ v areálu nemocnice ve Dvoře Králové, probíhalo za ideálních klimatických podmínek. Kdy byly provedeny referenční měření – zde nebyly zaznamenány teplotní anomálie, jen u osazených plastových oken nutno konstatovat, že provedené ostění, nadpraží a parapety vykazují tepelné úniky konstrukcí.

Příklady termosnímků objektu „J“ v areálu nemocnice ve Dvoře Králové :











Tepelný most (nebo také tepelná vazba) je místo v konstrukci, kde konstrukcí domu uniká více tepla než v ostatních místech tepelné obálky objektu. Dochází k větším tepelným tokům než v jeho okolí. Projevuje se chladnějším povrchem.

Typická jsou například napojení dvou různých konstrukcí (otvorové výplně – okna, dveře) nebo také změny v geometrii konstrukce (např. rohy). Dále pak prvky, které procházejí vrstvou

tepelné izolace (např. kotvení pergol, zeslabené stávající konstrukce stěn-kombinované zdivo s dutinami, železobetonové ztužující věnce). Jakýkoliv prostup vrstvou tepelné izolace totiž ve výsledku snižuje její efekt. Zvláště pokud se jedná o materiál velmi vodivý. Taková konstrukce může fungovat i jako chladič.

U objektů, které mají velkou tloušťku obvodových stěn (např. historické budovy) zůstává v důsledku jejich velké tepelné setrvačnosti vnitřní povrchová teplota na obvodových stěnách i po zvýšení venkovní teploty v jarních měsících nadále nízká – pod úroveň teploty rosného bodu, která odpovídá hodnotám teploty a relativní vlhkosti venkovního vzduchu.

Venkovní vzduch o vyšší teplotě je schopen pojmout větší množství vodní páry a má tedy větší měrnou vlhkost (vodní obsah). A tím také vyšší teplotu rosného bodu. Vnikne-li tento vzduch dovnitř objektu, dojde ke kondenzaci vodní páry na vnitřním povrchu obvodových stěn.

Rosný bod je teplota, při které kondenzuje vodní pára na vodu.

Jinak řečeno při 100% nasycení vzduchu vodními parami (tzn. relativní vlhkost vzduchu je 100%) dochází ke změně skupenství vodní páry na vodu (dosažení rosného bodu).

Teplota rosného bodu stoupá při vyšší absolutní vlhkosti vzduchu - v praxi to znamená, že čím je více vlhkosti ve vzduchu, tím musí být vyšší teplota vzduchu, aniž by se pára obsažená ve vzduchu začala srážet na vodu (vzduch tedy v případě vyšší teploty dokáže pojmout více vody).

Pokud se vzduch začne ochlazovat, vodní páry začnou kondenzovat (např. rosa v létě, nebo při sprchování se rosí zrcadlo).

Při běžných teplotách může částečný tlak vody ve vzduchu stoupat od nuly pouze do hodnoty částečného tlaku syté páry.

Ke kondenzaci vodních par ve zdivu dochází hlavně v zimním období. Je to způsobeno tím, že v interiéru kde jdou teploty cca 21°C je vzduch schopen pojmout mnohem více vlhkosti ve formě vodní páry (říkáme relativní vlhkost vzduchu) než v exteriéru kde panují o mnoho nižší teploty, tzn. v našich podmínkách zimě např. 0°C až -15°C (zde vzduch pojme podstatně méně vlhkosti ve formě vodní páry).

Obsah vodních par ve vzduchu vyvolává tzv. dílčí tlak (jinak řečeno parciální tlak), který má tendenci (ostatně jako všechno v přírodě) se vyrovnávat s dílčím tlakem vodních par ve vzduchu v exteriéru.

Proto vodní páry ve zdivu prostupují směrem z interiéru do exteriéru. Čím je teplota venku nižší tím větší je rozdíl parciálních tlaků a tím více mají tendenci vodní páry prostupovat konstrukcí. Tak jak vodní pára prostupuje konstrukcí, teplota v konstrukci se směrem ven snižuje.

To znamená, snižuje se také schopnost udržet stejné množství vodní páry v daném místě ve zdivu při určité relativní vlhkosti ve zdivu obsažené.

V určitém místě pak již teplota může klesnout tolik, že se vlhkost obsažená ve zdivu již neudrží ve formě páry a začne se srážet na vodu - tzn. začne kondenzovat, protože byl překročen rosný bod (vzniká tzv. kondenzační zóna).

Tak jak již bylo naznačeno, rosný bod je hodnota proměnlivá závislá na teplotě, vlhkosti vzduchu ale i na atmosférickém tlaku (ten v tomto případě pomíjíme - protože je stejný v interiéru i exteriéru).

Jinak řečeno, při snižování teploty v exteriéru se zvyšuje pravděpodobnost dosažení rosného bodu v stavební konstrukci a tím kondenzace vodní páry v konstrukci.

Při zvyšování teploty v exteriéru se zkondenzovaná vlhkost ve zdi opět může začít odpařovat (děje se v letních měsících).

A to je alfa a omega celé kondenzace vodní páry ve zdivu. Pokud se totiž stihne zkondenzovaná vlhkost ve zdivu vypařit (tzn. bilance vodních par v konstrukci je kladná), nic až tak tragického se neděje (samozřejmě při celkové nízké kondenzaci par v konstrukci).

Pokud se ovšem nestihne vlhkost vypařit nebo je příliš vysoká, je na světě problém, jehož důsledky ve zdivu mohou být dlouhodobého hlediska fatální - dochází k snížení únosnosti zdiva, degradaci zdiva, vznikají tepelné mosty, v interiéru mohou zažít bujet plísně, mikroorganismy apod.

Nejúčinnější opatření proti kondenzaci vodní páry ve zdivu je provést zateplení zdi

Tepelné defekty na konstrukcích stěn – bude řešit PD stavební části.

Závěr – rekapitulace – doporučení pro projekt / návrh sanace vlhkého zdiva

Sanace vlhkého zdiva zahrnuje systém hydroizolačních, vysušovacích a stavebních opatření, jejichž cílem je dosažení výrazného snížení obsahu vlhkosti v podzemním i nadzemním zdivu i v souvisejících konstrukcích. Tyto konstrukce byly dlouhodobě namáhány vlhkostní zátěží například účinky zemní vlhkosti, kdy objekt postavený před desítkami let nemá kompletně provedenou svislou hydroizolaci zdiva a vodorovná hydroizolace je v důsledku jejího stáří již málo spolehlivá. Dále je zatížen srážkovou vodou, prosakující do zeminy a podsypu dlažby kolem objektu, ale i vodou stékající po terénu, nebo vodou odstříkující od jeho povrchu. Vyloučena je voda kondenzující z vlhkého vzduchu. Je tedy nezbytné provést sanaci vlhkého zdiva a vytvoření tedy podmínek pro dosažení požadovaných vlastností stavebních se sanovanými podlahami a zdmi.

K sanacím je nutné přistupovat takovým způsobem, aby kombinovaným použitím různých hydroizolačních a vysušovacích technologií a stavebních úprav podle podmínek objektu a jeho okolí byl na něm vytvořen komplexní sanační systém. Tento systém by měl přednostně odstraňovat příčiny, a nikoliv jen důsledky vlhnutí konstrukce stavby. Pro jeho vytvoření by měly být v případě prostředků pro napouštění materiálových struktur a prostředků impregnačních používány ty druhy, které jsou inertní z hlediska koroze stavebních materiálů.

Voda a v ní rozpuštěné soli způsobují největší část všech poruch staveb. Provlhčené zdivo ohrožuje nejen stavební objekt, ale také zdraví osob, pohybujících se. Proto je žádoucí vlhkostní příčiny vzniku stavebních poruch eliminovat a pokud možno zcela odstranit.

Zdivo, jak ukazují výsledky stanovení salinity, je zcela minimálně zasoleno. Za význačné lze označit jen eflorescence chloridů na povrchu zdiva uvnitř kotelny, což vybočuje z rámce rozsahu projektu. Tento problém není proto projektem řešen.

Technický stav stavebních konstrukcí byl zkoumán na základě studia dostupných podkladů, smyslovým posouzením konstrukcí a celkové situace v rámci místního šetření, orientačním měřením vlhkosti povrchu konstrukcí vlhkoměrem, hloubkové měření vlhkosti konstrukcí mikrovlnným vlhkoměrem a přesným měřením vlhkosti laboratorním rozbořem vzorků zdiva. Současně byla v době provádění průzkumu měřena relativní vlhkost vzduchu, teplota vzduchu.

Závěry vlhkostního průzkumu:

Zavlhčení zdiva ve většině měřených sond je hodnoceno jako nízké, nebo zvýšené, vysoké jen na části zdiva 1.PP. Na vlhkostních defektech se podílí kromě prokázané vztlínající vlhkosti i prosakující voda obvodovým zdivem. V suterénu dochází k průsakům vlhkosti z přilehlého terénu a zejména z podsypu dlažby v průjezdu na jižní straně, v kombinaci se vztlínáním.

Zasolení zdiva lze na základě provedených referenčních vzorků zdiva charakterizovat jako nízké.

Dlouhodobé působení vlhkosti na stavební konstrukce se projevilo důsledky v podobě výrazné degradace omítek, rovněž v interiéru objektu jsou identifikovány výkvěty solí, degradace omítek. Omítky v suterénu jsou vlhkostně poškozeny v části půdorysu. Lokální poškození stávající ho pískovcového obkladu fasády objektu.

Vnitřní prostředí bylo v době provádění průzkumu v 1.PP a 1.NP identifikováno jako suché.

Při rozhodování o rozsahu a charakteru sanačních opatření je potřeba kromě zjištěné vlhkosti a salinity zdiva vzít v úvahu i tyto ovlivňující faktory:

- Budova není památkově chráněná
- Předmětné prostory budou po realizaci stavebně vlhkostních opatření využity stejným způsobem, jako je tomu v současné době – provoz skladu, technické místnosti, chodby, šatny, kotelny, WC, sprch.. atd - tedy provoz vyžadující nízkou vlhkost stavebních konstrukcí, suché hygienicky nezávadné prostředí bez vzniku plísní.

Zdivo je třeba sanovat metodou s radikálním odvlhčovacím účinkem. K tomuto požadavku vede především charakter užívání objektu, který vyžaduje zcela suché hygienicky nezávadné prostředí. Sanační opatření by měla směřovat k zamezení příčin projevů vlhkosti, a to především k odstranění stavebních poruch a výše popsaných příčin.

Součástí účinného sanačního systému musí být i řešení vzniklých důsledků v podobě zasolení zdiva vodorozpuštěnými solemi, a to aplikací vysoce porézních sanačních omítek. Celkovou pohodu prostředí pak bezesporu podpoří i důsledné a pravidelné větrání prostor s vlhkým a mokřým vnitřním prostředím, čímž se částečně eliminuje i vznik plísní.

Nedoporučuji použití mechanických metod dodatečné horizontální hydroizolace nadzákladového zdiva (vkládání vodorovné hydroizolační vložky nebo zarážení nerezových plechů), které nelze bez potíží, účinně a funkčně propojit s vodorovnou hydroizolací podlah, apod. Současně dalším důvodem je, že objekt obsahuje úseky zdiva, které nelze sanovat mechanickým způsobem nebo kde by mechanická metoda činila problémy vzhledem k obtížné přístupnosti stávajících konstrukcí, jejich druhu, výškové dispozici, statické stránce, existenci stávajících inž. sítí (kanalizace, vodovod..) , apod. U mechanického podřezání diamantovým lanem navíc dochází k výrazné dotaci vlhkosti a vody do zdiva vlivem chlazení nástroje, což u zasoleného zdiva způsobí v konečném důsledku zvětšení rozsahu degradace.

K řešení vlhkosti ve zdivu se tedy nabízí pouze chemická injektáž zdiva v kombinaci s hydroizolačními stěrkami (interiér) , odkopem objektu s provedením nové svislé hydroizolace, v provozu se zvýšenou vzdušnou vlhkostí (šatny, WC, sprchy) bude proveden protiplísňový sanační systém, vnitřní splašková kanalizace byla podrobena kamer. zkouškám (odkop objektu s novou svislou hydroizolací bude mít různé výškové hloubky !!!).

Sanace vlhkého zdiva se zpravidla provádí v kombinaci přímých a nepřímých hydroizolačních metod (principů) a doplňkových technických opatření v podobě komplexního sanačního systému.

Metody přímé - tyto metody brání šíření vlhkosti konstrukcí, vnikání vlhkosti do konstrukcí nebo vnitřního prostředí, popř. brání úniku vlhkosti z konstrukce.

- Vkládané hydroizolace do strojně nebo ručně proříznuté spáry nebo probouraných a provrtaných otvorů ve zdivu, zatlučené profilované nekorodující plechy,
- Infuzní a tlakové napouštění zdiva chemickými prostředky, asfaltovou emulzí nebo taveninou parafínu a prostředky polyuretanové, epoxidové a akrylové báze
- Instalace aktivní elektroosmózy
- Vzduchoizolační systémy, např. větrané štoly, dutiny, mezery a kanálky podél stěn pod i nad terénem ve stěnách a nad podlahou.

Metody nepřímé - tyto metody snižují hydrofyzikální namáhání konstrukce. Používají se především v kombinaci s metodami přímými, a to za podmínek zjištěných průzkumnými pracemi. Jsou ale možné i jejich aplikace samostatné. Jsou to např.

- Odvodnění horninového prostředí v okolí stavby drenáží podél obvodových stěn staveb pod terénem. Drenáž musí být ve spádu a voda prosakující musí být od zdiva odváděna do kanalizace nebo jako trativod do dostatečné vzdálenosti od objektu.
- Úpravy povrchu a sklonu terénu v okolí objektu a odvod srážkové vody od paty zdí terénem
- Vytváření hydroizolačních clon a přepážek v horninovém prostředí v okolí objektů (štetové stěny, injektáže)
- Přirozené i nucené větrání místností a prostor budov snižující vlhkost vnitřního vzduchu
- Jímání vlhkosti z vnitřního vzduchu pomocí kondenzačních a absorpčních sušících přístrojů
- Sušení vnitřních povrchů konstrukcí proudem teplého suchého vzduchu
- Zvýšení vnitřní povrchové teploty konstrukcí i změna průběhu teploty v konstrukci její následnou tepelnou izolací

Realizací výše popsaných stavebních opatření neklesne vlhkost stavebních konstrukcí a zdiva okamžitě, avšak zamezením příčin se zastaví proces dotace další vlhkosti. Zdivo pak bude vysychat postupně několik let (max. v tl. 100mm za 1 rok) do rovnovážného stavu s okolním prostředím. Čím bude relativní vlhkost vzduchu vyšší, tím méně bude zdivo vysychat.

Doporučené řešení výrazně omezí další vlhkostní destrukci sanovaných stavebních konstrukcí, které jsou rozrušovány hydratačními tlaky krystalizujících vodorozpustných solí.

Eliminace těchto projevů prodlouží životnost celého objektu a zlepší pohodu prostředí. Nemalou měrou přispěje i k energetické sanaci objektu tím, že snížením vlhkosti stavebních konstrukcí se sníží jejich tepelná vodivost, zvýší tepelný odpor a tím i sníží celkové náklady případného vytápění sanované části objektu.

Při realizaci stavebního zásahu je nutné ověřit některé předpoklady, technologie a postupy a potvrdit nebo modifikovat dle skutečného stavu nebo nově zjištěných skutečností. Při zjištění nových skutečností při vlastní realizaci je nutné informovat zpracovatele návrhu.

Pro garanci úspěchu, zachování funkčnosti opatření a ochrany objektu před vlhkostními vlivy nesmí být proveden jakýkoli neodborný zásah do navržených technologií a materiálové skladby a je nutné při vlastní realizaci dodržet technologickou a materiálovou skladbu sanačního návrhu a dále technologické postupy, lhůty a doporučení, uvedená v technických listech a tiskových materiálech výrobce technologií.

Pro provedení účinného a komplexního systému dodatečné hydroizolace a sanace objektu jako celku je navržen doporučuji:

INTERIÉR:

- lokálně vnitřní svislý minerální solím odolný hydroizolační systém
- lokálně hydroizolace pod obkladem v prostorách sprch
- dodatečná vodorovná hydroizolace zdiva - chemická injektáž zdiva objektu
- lokálně sanační omítkové souvrství dle WTA na sanovaných plochách zdiva
- sanační nátěr (výmalba) sanovaných prostor
- kontrola vnitřních rozvodů ZTI (rozvod vody, splašková kanalizace) a její opravy
- oprava stávající elektroinstalace-nové zásuvkové a světelné rozvody (bude-li vyžadováno při realizace sanace-není znám stávající stav)
- úprava VZT

EXTERIÉR :

- odkop objektu s provedením nové vnější svislé hydroizolace – řešení zátoků povrchové vody
- řešení odstříkující vody a ochrana soklu
- lokální oprava omítky fasády
- revize zpevněných ploch podél objektu, rozebrání a navrácení
- revize dešťové kanalizace, opravy
- nová drenáž na sever od objektu
- rozebrání někdejšího nádechu vzduchu na jižní straně v podjezdu



Leden 2023

Pavel Šťastný, CSc. Petr Vraný

Fotodokumentace :

