ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ

FAKULTA STAVEBNÍ

Katedra technologie staveb

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Zpracování obecného postupu provádění sádrokartonových konstrukcí s ohledem na nejčastější vady během provádění

Bc. Jakub Starosta

2019

Vedoucí diplomové práce: Ing. Linda Veselá, Ph.D.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem předkládanou diplomovou práci vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

V Praze dne 6. 1. 2019 …….

Bc. Jakub Starosta

Poděkování

Rád bych poděkoval Ing. Lindě Veselé, Ph.D., za odborné vedení a vstřícnost během konzultací při vypracování diplomové práce. Dále bych rád poděkoval rodině za podporu v průběhu celého studia.

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
Fakulta stavební
Thákurova 7, 166 29 Praha 6

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Starosta Jméno: Jakub Osobní číslo: 410106

Zadávající katedra: Katedra technologie staveb

Studijní program: Stavební inženýrství

Studijní obor: Příprava, realizace a provoz staveb

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: Zpracování obecného postupu provádění sádrokartonových konstrukcí s ohledem na nejčastější vady během provádění.

Název diplomové práce anglicky: Technological process of drywall constructions with regard to the most frequent causes of defects during completion.

Pokyny pro vypracování:
Vyhodnocování závažnosti výskytu vad během provádění sádrokartonových konstrukcí a jejich prevence. Stanovení problémových oblastí. Zpracování technologického předpisu, včetně požadavků na kontrolní zkoušky.

Seznam doporučené literatury:

Jméno vedoucího diplomové práce: Ing. Linda Veselá, Ph.D.

Datum zadání diplomové práce: 3. 10. 2018 Termín odevzdání diplomové práce: 7. 1. 2019
Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku

Zakrytý podpis
Podpis vedoucího práce

Zakrytý podpis
Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat diplomovou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v diplomové práci a při citování postupovat v souladu s metodickou příručkou ČVUT „Jak psát vysokoškolské závěrečné práce" a metodickým pokynem ČVUT „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací".

3. 10. 2018
Datum převzetí zadání

Zakrytý podpis
Podpis studenta(ky)

Zpracování obecného postupu provádění sádrokartonových konstrukcí s ohledem na nejčastější vady během provádění.

Tato diplomová práce se zabývá výskytem vad během provádění sádrokartonových konstrukcí. V teoretické části jsou uvedeny použité materiály, jejich vlastnosti a správná montáž. Dále je popsán vhodný technologický postup provádění příček. Praktická část se zabývá vyhodnocením databáze vad zjištěných během kontrol v průběhu montáže. Vady jsou následně roztříděny do tří skupin podle jejich příčin. Po vyhodnocení výskytu vad práce zkoumá vliv a rozsah škod, které jsou způsobeny vytopením již provedených sádrokartonových stěn. Z důvodu velkého výskytu plísní na vytopených stěnách, je popsán vliv těchto hub na lidské zdraví. Na závěr je doporučena nejefektivnější oprava poškozených stěn.

Klíčová slova:

Sádra, sádrokartonové desky, sádrokartonové konstrukce, vyhodnocení závad, voda, plíseň

Technological process of drywall constructions with regard to the most frequent causes of defects during completion.

This master's thesis deals with occurrence of defects during the execution of plasterboard constructions. The theoretical part describes the used materials, their properties and correct assembly. Also, it describes a suitable technique of partitions. The practical part deals with evaluation of the defects database found during inspections on construction sites. Defects are then categorized into three groups by their causes. After evaluating the occurrence of defects, the work examines the influence and extent of the damage caused by the heating of the already plastered walls. Due to the occurrence of mold on the heated walls, the effect of these fungi on human health is described. Finally, the most effective repair of damaged walls is recommended.

Keywords:

Gypsum, plasterboard, plasterboard structures, evaluation of defects, water, mould

Obsah

ÚVOD 9

1 TEORETICKÁ ČÁST 11

1.1 Historie 11

1.2 Konstrukce suché výstavby 12

1.2.1 Sádrokartonové desky 13

1.2.2 Skladování a doprava materiálu 25

1.2.3 Profily sádrokartonových konstrukcí 27

1.2.4 Izolace 30

1.2.5 Finální úprava 32

1.2.6 Zavěšení předmětů na příčku 36

1.2.7 Sádrokartonové konstrukce a jejich alternativy 38

1.2.8 Obecný postup provádění sádrokartonových příček 41

2 PRAKTICKÁ ČÁST 43

2.1 Vyhodnocení nejčastějších vad během realizace 43

2.1.1 Montážní chyby 43

2.1.2 Chyby v projektové dokumentaci 44

2.1.3 Špatná koordinace 45

2.2 Vyhodnocení závad 47

2.3 Vady v průběhu užívání. 48

2.4 Vliv vlhkosti na sádrokarton 48

2.4.1 Popis zkoušky sádrokartonové desky 51

2.4.2 Výskyt plísní na zasaženém sádrokartonu 59

2.4.3 Nejefektivnější oprava příčky 63

ZÁVĚR 64

3 ZDROJE A POUŽITÁ LITERATURA 66

3.1 Použitá literatura 66

3.2 Seznam obrázků 68

3.3 Seznam tabulek 70

ÚVOD

Sádrokartonové konstrukce jsou v poslední době upřednostňovány před použitím tradičních systémů. Příčinou jsou mnohonásobně lepší vlastnosti těchto konstrukcí, rychlost montáže a v současnosti dokonce i tvarová rozmanitost. Z moderního hlediska se jedná o materiál s vysokým potenciálem díky jeho recyklovatelnosti. Hlavní složka vzniká jako vedlejší produkt tepelných elektráren a díky tomu je výroba sádrokartonových desek ekonomicky nenáročná a ekologická. Výsledná cena díla je v porovnání s ostatními systémy, díky nízké náročnosti na provádění, značně hospodárná.

V teoretické části jsou popsány primárně vlastnosti sádry, která je základní složkou pro výrobu sádrokartonových desek. Dále jsou porovnány jednotlivé typy desek a jejich vlastnosti na základě využitelnosti podle požadavků konstrukcí. Obvykle je v praxi výrobní značení vlastností desek odlišné od normového, proto je v teoretické části této práce sjednoceno. Diplomová práce se zabývá především svislými konstrukcemi. Jedná se o nejčastější typ konstrukcí v průběhu realizace sádrokartonových konstrukcí. Za použití odborné literatury, norem, a především doporučením výrobců jsou popsány nejdůležitější body obecného postupu montáže, které by neměly být při montáži vynechány. Dále jsou porovnány svislé sádrokartonové konstrukce s možnými alternativami.

Praktická část se zabývá zpracováním nejčastějších vad vyskytujících se v průběhu realizace. Díky vyhodnocení těchto vad a jejich roztřídění, je možné předejít jejich výskytu v průběhu budoucích realizací. Databáze byla sestavena na základě průběhu kontrol a přejímek jednotlivých částí. V této práci jsou záměrně použity podklady zjištěných závad ze tří typově různých pozemních staveb, aby možnosti použití tohoto vyhodnocení byly pro praxi využitelnější. Jedná se o sádrokartonové konstrukce, které byly prováděny v budově kongresového centra, bytového domu a dvou rodinných domů.

Práce je z důvodu vysokého výskytu závad způsobených vytopením svislých konstrukcí, na tuto problematiku zaměřena. Typově specifické sádrokartony různých vlastností jsou zkoumány na průběh šíření vody a tím

způsobené vzniklé závady. Laboratorní zkouška modeluje průběh vytopení svislých konstrukcí na stavbě a dopad šíření vody deskou na kvalitu takto zasažených konstrukcí. Na závěr je popsán výskyt plísní na takto zasažených konstrukcích.

1 TEORETICKÁ ČÁST

1.1 Historie

V roce 1894 Augustine Sackett žádá ve Spojených státech amerických o patent na systém vrstvení desek pro provádění příček. Jen pro představu čtenáře, ve stejném roce Tomáš Baťa zakládá obuvnickou živnost a v Londýně se slavnostně otevírá jedna z nejznámějších a technicky nejnáročnějších staveb své doby, Tower Bridge. Z počátku byly sádrokartonové konstrukce používány především pro podřadné a pomocné konstrukce, ale to se mělo brzy změnit.

Od konce 20. stolení začínají být postupně běžně používané materiály pro klasické zdění v Evropě vytlačovány systémem suché výstavby. Příčinou je změna požadavků na konstrukce a širší nabídka materiálů. Nemalý podíl na nutnou změnu výstavby má i rostoucí cena lidské práce, ta má za následek přesunutí co největšího rozsahu výroby jednotlivých dílů do továren.

Výhodou sádrokartonových konstrukcí a obecně suché výstavby je rychlost a nízká pracnost během realizace. V dnešní době kombinace sádry a papíru, díky desítkám let vývoje, vykazuje stavebně fyzikální vlastnosti lepší než klasické zdění.

V Evropě se na vývoj sádrokartonových konstrukcí zaměřuje několik společností. V České republice patří mezi nejrozšířenější společnost Knauf. Tato společnost se na český trh dostala díky dovozu sádrokartonových desek z Německa a z Rakouska. Později se společnost zaměřuje na samostatnou výrobu sádrokartonových desek, podhledů, podlah, fasád a omítek.

Samotná sádra se přitom ve stavebnictví používá už tisíce let. První výskyt sádry k úpravě stěn se datuje k 7000 let př. n. l. a Egypťané přidávali sádru do zdících malt během budování pyramid před více než 4000 lety. Výborné vlastnosti sádry ve velkém využívali Římané pro tvorbu dekorativních předmětů. Po zničení Londýna požárem v druhé polovině 17. století nařizuje pařížský starosta opatřit všechny dřevěné stavby sádrovými omítkami, aby byla snížena možnost požáru celého města na minimum. [1] [2]

1.2 Konstrukce suché výstavby

Suchá výstavba je název stavební disciplíny, během které se při realizaci používá minimální množství vody, nebo se voda nepoužívá vůbec. Místem pro použití konstrukcí suché výstavby, ve smyslu nenosné stavební konstrukce, je především interiér. Jedná se zejména o provádění příček, podhledů a podlah. Nejvíce používaným materiálem, ve smyslu použití během suché výstavby, je v dnešní době sádrokarton. Sádrokartonové konstrukce už nejsou používány primárně pro veřejné stavby, jak tomu bylo v počátcích, ale už se s nimi setkáme i v bytových výstavbách.

Mezi hlavní výhody sádrokartonu patří rychlost výstavby, náklady na výstavbu, nehořlavost. Sádrokartonová konstrukce přispívá k regulaci vnitřního mikroklimatu, splňuje náročné požadavky na tepelnou izolaci, konstrukce fungují výborně z hlediska zvukové izolace a v neposlední řadě umožňují upevnění i těžkých předmětů.

Dříve se sádrokartonové materiály používaly primárně pro pomocné konstrukce, důvodem byla nedostatečná kvalita výrobků. Dnes už jsme schopni vyrobit tak přesné sádrokartonové konstrukce, že splňují nejen požadavky akustické, protipožární, ale i estetické. Široká škála nabízených druhů desek se dá použít od obyčejných příček až po reprezentační prostory budov.

Materiál je dále tak všestranný, že jsme z něj schopni realizovat celou řadu konstrukcí jako například příčky, předsazené stěny, šachtové stěny, podhledy, podlahy, bytová jádra, obklady nosníků, obklady sloupů, vzduchotechnické kanály, kabelové kanály, konstrukce chránící proti rentgenovému zářením, bezpečnostní konstrukce a samonosné konstrukce. Dále je důležité zmínit, že díky flexibilitě výrobců lze realizovat příčky různých tvarů, a dokonce je možné z desek vytvářet i tvary zaoblené.

Pro venkovní prostory a pro prostory s velmi vysokou vlhkostí nejsou sádrokartonové konstrukce vhodné, protože postupem času degradují a ztrácejí své vlastnosti. Pro použití v exteriéru je vhodnější použít desky na bázi cementu, které jsou schopné odolávat povětrnostním vlivům.

Některé druhy sádrokartonu jsou chemicky ošetřeny a proto je lze použít v prostorách s vyšší vlhkostí.

Díky použitým materiálům jsou sádrokartonové konstrukce velice ekologické a nemají negativní dopad na životní prostředí. Hlavním materiálem pro výrobu sádrokartonu je energosádrovec. Tento ekologický materiál je tvořen jako vedlejší produkt při výrobě tepla a elektřiny. Chemické složení sádry se během recyklace nemění a to znamená, že sádra splňuje požadavky na uzavřený recyklační cyklus. [3]

Nejčastější stavební konstrukce suché výstavby:

- Příčky – rozdělení místností nenosnou konstrukcí.
- Suché omítky – obklad stěny sádrokartonovými deskami.
- Instalační stěny – zakrytí instalačních rozvodů.
- Protipožární konstrukce – obkládání ocelových konstrukcí.
- Podlahy – zlepšení kročejové neprůzvučnosti.
- Stropní podhledy – zakrytí instalačních rozvodů.
- Výstavba koupelen – rekonstrukce bytových jader.
- Půdní vestavby – rekonstrukce prostor, které nebyly navrženy pro velké zatížení. [4]

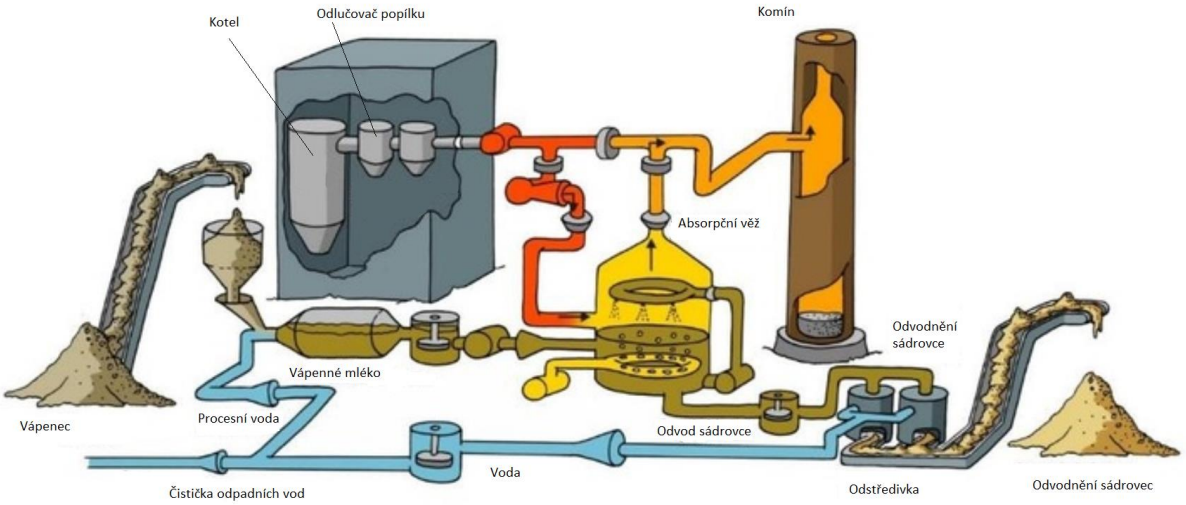
1.2.1 Sádrokartonové desky

Primární materiál pro výrobu sádrokartonových desek je sádra a karton. Karton se vyrábí z recyklovaného papíru a musí splňovat zvláštní požadavky, kterými jsou pevnost v tahu, nasákavost, pórovitost a další požadované vlastnosti.

Surovinou, ze které se vyrábí sádra, je sádrovec. Sádrovec vzniká během odsiřování kouřových plynů v teplárnách a tepelných elektrárnách. V přírodě sádrovec vznikal v minulosti při odpařování vody z přesycených vodních roztoků v mělkých mořích. Barva, čistota a struktura sádrovce je dána postupným vylučováním uhličitanů, síranů a chloridů z roztoku. Podle druhu příměsí je zbarven do hněda, šeda nebo žluta, ale převážně je čirý nebo bílý. Nečistotami jsou nejčastěji jílovité minerály, živce, uhličitan vápenatý, chlorid

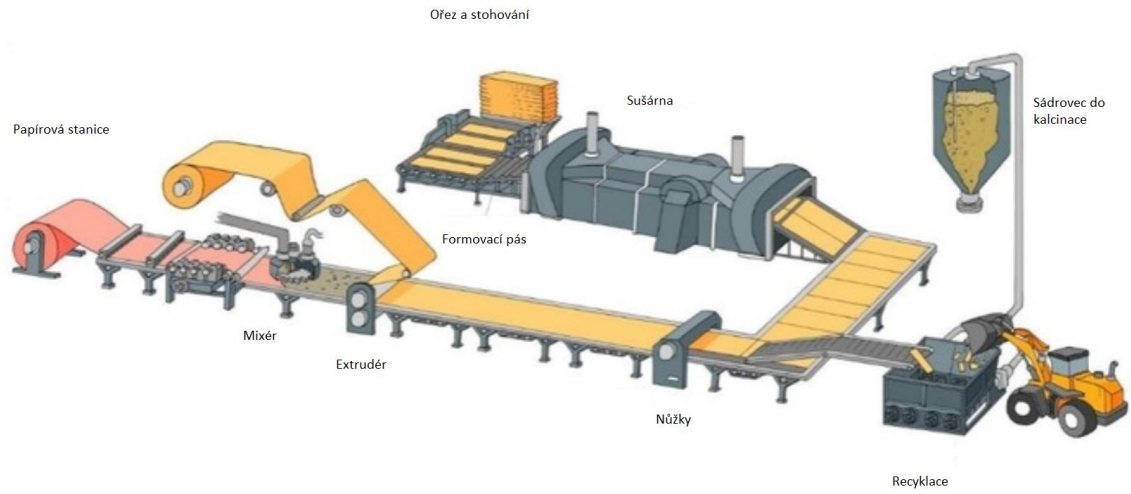
sodný a síran sodný. Největší naleziště v České republice se nachází u Kobeřic nedaleko Opavy. Má mocnost až 35 m a rozlohu kolem 140 ha. V těžené surovině se obsah sádrovce v této lokalitě pohybuje mezi 60 a 85 %. Těžba probíhá povrchově v rozsahu 65 ha.

Sádrovec vzniká jako vedlejší produkt za účelem ochrany životního prostředí. Z důvodu vypouštění velkého množství oxidů síry z elektráren a tepláren, které způsobují například kyselé deště, se oxid siřičitý nechá v pračce spalin reagovat s jemně mletým vápencem a vznikají velké krystaly sádrovce. Krystaly sádrovce jsou následně z vodní suspenze odděleny vakuovou filtrací. Čistota použitého vápence je přímo závislá na výsledné čistotě sádrovce. Běžně je možné získat až 5400 kg sádrovce ze 100 kg síry v palivu. Produkce energosádrovce je tak velká, že není možné všechen zpracovat, a proto se z větší části ukládá na skládky, kde tvoří pro budoucí generace dostatečnou zásobu. S tímto souvisí i cena této komodity, která není díky těmto procesům tak vysoká. Průběh získávání energosádrovce v tepelné elektrárně je graficky znázorněn v následujícím obrázku číslo 1. Je důležité zmínit, že hmotnostní aktivita radia je velice nízká, v sádře se pohybuje kolem hodnoty 12 Bq/kg. Dokonce i pálená cihla má tuto hodnotu vyšší a pohybuje se kolem hodnoty 30 Bq/kg. [2]



Obr. 1: Získávání energosádrovce v tepelné elektrárně [5]

Výroba sádrokartonové desky probíhá na speciální lince. Linka je převážně automatizovaná a jednou z výhod sádrokartonových desek v průběhu výroby je, že není potřeba vysokých teplot, jako je tomu například při výrobě pálených cihel. Do linky je zaveden speciální papír, který je přivážen v rolích. Role na sobě mají navinutý papír o délce až 15 km. Vysoká pevnost papíru zajišťuje následně celkovou pevnost v tahu a pevnost v tahu za ohybu sádrokartonové desky. Nositelem pevnosti v tlaku sádrokartonové desky je sádrové jádro. Díky barevnosti papíru můžeme rozlišit typ sádrokartonové desky na stavbě. Princip výroby je založen na kontinuálním lití kašovité sádry mezi dva papíry. Vrstvy jsou následně protlačovány přes matici, která určuje následný tvar desky, a především tvar hran. Sádra následně tuhne na několika metrovém dopravníku. Deska se označí přesným typem výrobku, datumem a časem výroby. Po lehkém vytvrdnutí sádrové kaše dojde k nařezání desek na požadovanou velikost a následně se desky přesunou do sušáku. Za vyšších teplot dochází k lepšímu propojení sádrového jádra k papírovému kartonu. Vzniklý odpad během výroby je díky recyklaci opět použit. Celá výroba je znázorněna na Obr. 2. Následně jsou desky vyskládány na paletu, označeny a připraveny na odvoz na stavbu. [4]



Obr. 2: Výroba sádrokartonové desky [5]

Před samotným popisem sádrokartonových desek je důležité popsat vlastnosti sádry, které přímo ovlivňují výsledné vlastnosti sádrokartonové desky. Hustota neboli objemová hmotnost sádry se pohybuje v rozsahu 800

až 1600 kg/m^3. Díky vysoké pórovitosti, která může být až 60 %, je sádra schopná nasát velké množství vody, což se může projevit jako velká nevýhoda Diplomová práce se tímto problémem detailněji zabývá v praktické části.

Další související hodnotou je faktor difúzního odporu, který vyjadřuje relativní schopnost propouštět materiálem vodní páry a je poměrem difuzního odporu sádry a difuzního odporu vzduchu o stejné tloušťce. Hodnota difuzního odporu sádry se pohybuje v rozmezí od 10 do 25. Součinitel tepelné vodivosti, který vyjadřuje schopnost materiálu vést teplo je průměrně 0,021 W/m·K.

Sádra by neměla být vystavena dlouhodobě hodnotě větší než 45 °C. Při překročení této teploty dochází k pomalému úbytku pevnosti materiálu. K rychlému úbytku pevnosti dochází až při překročení teploty 100 °C. Tyto hodnoty jsou ovšem zanedbatelné s porovnáním jinými materiály z hlediska požární ochrany budov, a proto je sádra hodnocena jako výborný materiál k zabránění šíření ohně. Materiál odolává ohni díky vysokému podílu vody, který se během požáru ze sádry vypařuje.

Během hydratace sádry dochází k bobtnání, které je zapříčiněno krystalizací. Toto bobtnání není pro praxi důležité, protože se pohybuje kolem hodnoty 0,1 mm/m. Ke smršťování dochází od ukončení hydratace až do vyrovnání vlhkosti v sádře a může se pohybovat kolem 3 mm/m.

Sádrové výrobky s hodnotou $20 \cdot 10^{-6}$ K^{-1} součinitele teplotní roztažnosti se musí dilatovat po 15 metrech. Beton, který má dvakrát menší součinitel teplotní roztažnosti, se obvykle dilatuje po 3 až 4 metrech. Tento nepoměr je způsoben objemovými změnami sádry, které probíhají v oblasti elastických či plastických změn materiálu. [1]

Tuhnutí sádry je zapříčiněno reakcí, ke které dochází po smíchání sádry s vodou, kdy se sádra rozpouští a vzniká tak přesycený roztok, ze kterého vykrystalizuje dihydrát. Pevný produkt je tvořen postupně rostoucími a vzájemně srůstajícími krystaly dihydrátu. Jednoduše ho lze popsat následující rovnicí.

$$CaSO_4 \cdot 0{,}5\ H_2O + 1{,}5\ H_2O \rightarrow CaSO_4 \cdot 2\ H_2O + TEPLO \qquad [6]$$

Zvýšit pevnost ztvrdlé sádry lze vysušením, díky dalším krystalům sádrovce, které lze získat z vodného síranového roztoku. Tento roztok je uložen mezi původními krystaly před finálním vysušením. Následně po vysušení proběhne zesílení existujících spojů mezi krystaly. Doba tuhnutí sádry je ovlivněna mnoha faktory. Nejvíce o době tuhnutí rozhoduje obsah anhydritu. Sádra tuhne nejdéle, když obsahuje větší množství anhydritu, což je ovlivněno vyšší teplotou výpalu. Dobu tuhnutí lze zkrátit přidáním záměsové vody s vyšší teplotou, prodloužením doby míchání směsi a snížením vodního součinitele. Jako urychlovač tuhnutí může sloužit i běžná kuchyňská sůl NaCl. Dobu tuhnutí můžeme naopak prodloužit přidáním koloidních materiálů, mezi které patří keratin, agar, kasein, nebo mléko.

Mezi nejdůležitější mechanické vlastnosti ztvrdlé sádry patří její tlaková pevnost. V tuzemsku jsou popsány pevnostní třídy v normě ČSN 72 2301 (Sádrová pojiva. Klasifikace. Všeobecné technické požadavky. Zkušební metody). Pevnostní třídy jsou rozděleny v závislosti na pevnosti v rozsahu od 2 do 25 MPa. Poměr pevnosti sádry v ohybu a tlaku je přibližně 1:3, proto nedílnou součástí sádrokartonové desky musí bít karton, který je nositelem tahových sil. Jedním z faktorů, který ovlivňuje mechanické vlastnosti sádry je její vlhkost. Pevnost vlhkého vzorku může být až 3krát menší než pevnost vysušené sádry. Pevnost je ovlivněna vlhkostí prostředí, protože je sádra velice hygroskopická a přijímá velký podíl vody z vnějšího prostředí. Vliv vlhkosti na pevnost sádry je popsán v tabulce číslo 1. [6]

Tab. č. 1: Vliv vlhkosti na pevnost sádry [6]

Prostředí sádry	Vlhkost sádry	Pevnost v tlaku	
		MPa	%
Vysušení 35–40 °C	0	13,8	100
Vlhkost vzduchu 65 %	0,04	13,6	98,5
Vlhkost vzduchu 90 %	0,15	12,9	93,5
Plné nasycení vodou	17,5	6,4	46,5

V běžném prostředí pro obytné místnosti bylo zjištěno, že se mechanické vlastnosti zásadně nemění, přispívá tomu opětovné vysychání, kdy sádra nabývá původní pevnostní hodnoty. Výrobky ze sádry by ovšem neměly být dlouhodobě vystaveny relativní vlhkosti vyšší než 75 %. Do těchto prostor musí být sádrové výrobky ošetřeny impregnací. Pevnost je dále ovlivněna kvalitou vstupních surovin, stářím materiálu, správným skladováním, a především správně zvoleným vodním součinitelem. Pro dosažení nejvyšší pevnosti sádry je zapotřebí použít co nejmenší množství vody, nezbytné k tuhnutí a následné krystalizaci. Směsi s nízkým vodním součinitelem se špatně zpracovávají, a proto se v praxi používá vyšší vodní součinitel, obvykle v rozsahu 0,6 až 0,8. To znamená, že na 0,12 až 0,16 kg sádry použijeme 0,1 l vody. Vliv vodního součinitele na pevnost ztvrdlé sádry po 13 dnech v pokojové teplotě a 1 dni při teplotě 50 °C je popsán v následující tabulce číslo 2. [6]

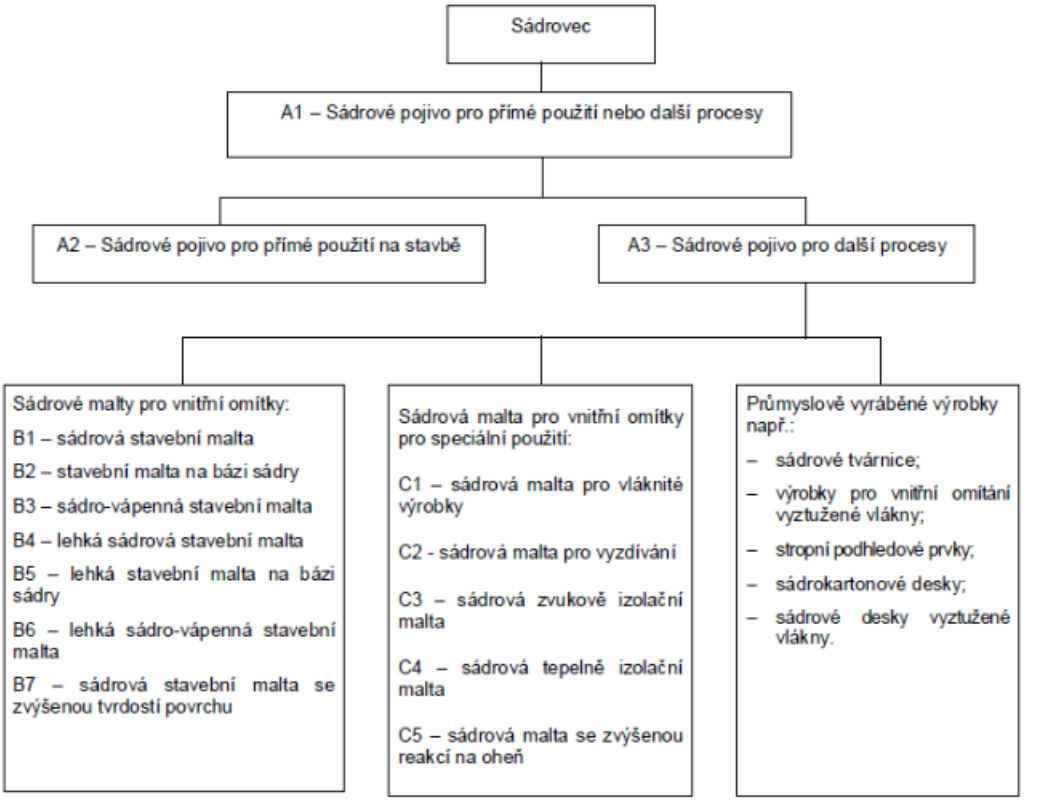
Tab. č. 2: Vliv vodního součinitele na pevnost zatvrdlé sádry [6]

Vodní součinitel	Pomalu tuhnoucí sádra		Rychle tuhnoucí sádra
	Objemová hmotnost $kg \cdot m^{-3}$	Pevnost v tlaku MPa	Pevnost v tlaku MPa
0,50	1 410	14,6	15,8
0,55	1 300	13,0	14,0
0,60	1 230	11,4	12
0,65	1 170	10,8	
0,75	1 040	9,5	

Sádrová pojiva jsou dělena podle norem EN na pojiva pro přímé použití nebo pro další procesy. Do podskupiny B1 až B7 spadají sádrové malty pro vnitřní omítky, další skupina s označením C1 až C6 zahrnuje sádrové malty pro vnitřní omítky pro speciální použití. Samostatnou skupinou jsou

průmyslově vyráběné výrobky, do kterých patří sádrokartonové desky, směsi, tmely, lepidla, stropní podhledové prvky, výrobky pro vnitřní omítání vyztužené vlákny a sádrové tvárnice.

Ke snadnému přehledu mezi mnoha typy sádrokartonových desek a jejich specifickými vlastnostmi napomáhá norma ČSN EN 520+A1. Tato norma dále definuje vlastnosti desek zejména tepelnou odolnost, pevnost v tahu za ohybu, odolnost proti rázu, propustnost vodních par a reakce na oheň. Rozdělení podle normy je zobrazeno na následujícím obrázku číslo 3. [7]



Obr. č. 3: Dělení sádrových pojiv podle EN [7]

Druhy sádrokartonových desek:

A (sádrokartonová stěnová deska) – čelní plocha desky je vhodná pro nanesení dekorace nebo sádrové omítky.

H (sádrokartonová deska se sníženou absorpcí vody) – jedná se o desky, které jsou vhodné do vlhkého prostředí. Splňují požadavky na snížení absorpce

vody díky přísadám, které tuto vlastnost přímo ovlivňují. Podle míry absorpce se rozlišují na H1(≤5 %), H2 (≤10 %) a H3 (≤15 %). Sádrokartonové desky v této skupině nesmí překročit povrchovou absorpci vody přes 180 g/m^2.

E (sádrokartonová plášťová deska) – jedná se o typ desek, které jsou speciálně vyrobené pro vnější stěny, jako plášťové desky. Desky mají sníženou povrchovou absorpci vody, ale nesmějí být nikdy vystaveny přímým povětrnostním vlivům. Desky mají minimální prostup vodními párami a nejsou vhodné pro dekoraci.

F (sádrokartonová stěnová deska se zvýšenou pevností jádra při vysokých teplotách) – minerální vlákna nebo jiné příměsi napomáhají těmto deskám vysoké soudržnosti jádra za účinku vysokých teplot. Lze na desce provádět dekorace a nanášet sádrové omítky.

P (sádrokartonové desky) – tyto desky se spojují s dalším materiálem ve formě panelů nebo desek. Lícová strana desky je vhodná k nanášení sádrových omítek.

D (sádrokartonová deska s kontrolovanou objemovou hmotností) – jak je patrné z názvu druhu desek, jedná se o desky pro speciální účely, které musí mít přesně danou objemovou hmotnost.

R (sádrokartonová deska se zvýšenou pevností) – tyto desky mají zvýšenou příčnou a podélnou lomovou pevnost a používají se pro speciální účely, kde je potřeba velká pevnost. Na desku je vhodné nanášet sádrové omítky nebo dekorace.

I (sádrokartonová deska se zvýšenou tvrdostí povrchu) - do této skupiny spadají desky, které jsou vyráběny speciálním výrobním postupem, který má za výsledek zvýšenou tvrdost povrchu. [7]

Pro pohodlnou manipulaci a lepší tmelení slouží různé druhy hran desky. Hrany u sádrokartonových desek rozlišujeme na podélné a příčné. Podélné hrany, které se nazývají také originální, jsou z pravidla celé zabalené v kartonu. Naopak hrany příčné mají karton přerušen a je vidět jádro sádrokartonové desky. Toto je způsobené výrobou na nekonečném pásu,

desky zde nevznikají jednotlivě, ale musí se nařezat. Zvolení správné hrany při výběru desky je rozhodující pro správné zpracování. Zkosená hrana například umožňuje snadné provedení spoje s výztužnou páskou. Následující obrázky Obr. 4 – Obr. 9 znázorňují tvar hrany podle normy ČSN EN 520.

Obr. 4: Kolmá hrana [7]

Obr. 5: Zkosená hrana [7]

Obr. 6: Snížená hrana [7]

Obr. 7: Polokulatá hrana [7]

Obr. 8: Polokulatá snížená hrana [7]

Obr. 9: Kulatá hrana [7]

Z důvodu jiného značení hran výrobci je níže doplněna tabulka, která porovnává normu a značení výrobců. Tabulka č. 3 napomáhá pro lepší orientaci v praxi.

Tab. č. 3: Porovnání značení hran desky normou EN 520 a značení používáno výrobci [Vytvořeno autorem]

Označení normou EN 520	Značení používáno výrobci
Kolmá hrana	VK – originální hran SK – řezaná příčná hrana
Zkosená hrana	FK
Snížená hrana	AK/PRO
Polokulatá hrana	HRK
Polokulatá snížená hrana	HRAK
Kulatá hrana	RK

Rozměry sádrokartonových desek jsou dány velikostí výrobních linek. Je vhodné velikost zvolit s ohledem na dopravu, a především s ohledem na schopnosti montéra ručně s deskou manipulovat. Je zvolen rozumný poměr výšky, šířky a tloušťky v závislosti na finální hmotnosti sádrokartonové desky.

Tloušťka desky je obvykle 12,5; 15 a 18 mm. V západní Evropě se můžeme také setkat s masivní sádrokartonovou deskou o tloušťce 25 mm. Pro ohýbání jsou vyráběny sádrokartonové desky o tloušťce 6,5 nebo 9,5 mm.

Desky jsou obvykle vyráběny v šířce 1200 nebo 1250 mm podle výrobce. Délka desky se pohybuje nejčastěji od 2 000 až 3 000 mm. Díky vysoké poptávce na výrobu desek pro snadnou přepravu se můžeme setkat s deskami o rozměrech kolem 1 000 x 1 250 mm.

Označení sádrokartonových desek podle normy ČSN EN 520 by mělo probíhat následovně:

a) Sádrokartonová deska.
b) Označení druhu sádrokartonové desky.
c) Odkaz na normu EN 520.
d) Rozměry v mm (šířka, délka, tloušťka).
e) Profil hrany.

Dále je důležité zmínit smluvené znaky uvedené v tabulce č. 4, které norma definuje a výrobci je používají ve svých technických listech nebo v prohlášení o vlastnostech. Norma EN 520 přesně definuje postupy pro měření těchto veličin.

Tab. č. 4: Značky a zkratky požadavků [7]

Požadavek	Značka nebo zkratka
Reakce na oheň	R2F
Pevnost ve smyku	↑↓
Difúzní odpor proti prostupu	μ
Tepelná vodivost	λ
Požární odolnost	FR
Odolnost v rázu	→I
Pevnost v tahu za ohybu	F
Zvuková pohltivost	α
Vzduchová neprůzvučnost	R

Rozdělení vyráběných sádrokartonových desek podle použití:

Stavební sádrokartonová deska (GKB/RB/A, kde označení GKB a RB jsou označení výrobce a A je označení podle normy EN 520) má bílou barvu a nejčastěji se navrhuje do příček v budoucích kancelářských, výrobních nebo obytných prostorách. S atestem od výrobce můžeme tento druh desky použít do protipožární konstrukce, ale původně k tomu není deska určena. Deska by měla být navržena do prostředí s maximální relativní vlhkostí 65 % při teplotě 20 °C. Jedná se o nejzákladnější sádrokartonovou desku bez speciálních vlastností.

Protipožární sádrokartonová deska (GKF/RF/F) je deska obvykle červené barvy, která splňuje požadavky pro zatřídění do skupiny sádrokartonových desek se zvýšenou pevností jádra při vysokých teplotách. Běžně se používá pro rozdělení objektu na požární úseky. Vlhkost prostoru by zároveň neměla překročit hodnotu 65 % při 20 °C. Je možné desku používat v obytných místnostech, kancelářích a výrobnách.

Impregnovaná stavební sádrokartonová deska (GKBI/TBI/H) je druh desky, který je navržen do prostoru se zvýšenou vlhkostí. Deska je vyrobena pro použití v sociálních zařízení, sprchách a v prostorách s bazénem. Po dobu 2 hodin je deska schopna odolávat relativní vlhkosti 100 % při teplotě 20 °C a po dobu 10 hodin v relativní vlhkosti 85 % při 20 °C. Běžnou hodnotou, která dlouhodobě neovlivňuje vlastnosti sádrokartonové desky, může být relativní vlhkost vzduchu až 75 % při 20 °C. Výrobci tuto desku nejčastěji označují zelenou barvou kartonu. Deska velice špatně přijímá vodu, a proto je velice obtížné desku ohýbat.

Impregnovaná protipožární deska (GKFI/RFI/HF) splňuje požadavky jako protipožární sádrokartonová deska a impregnovaná stavební sádrokartonová deska zároveň. Použijeme ji v situaci, kdy potřebujeme prostor oddělit protipožárně na více úseků, ale zároveň se jedná o prostor s vysokou relativní vlhkostí vzduchu. Deska má obvykle zelenou barvu a od desky, která splňuje pouze požadavky na vlhké prostředí, je rozlišena červeným nápisem. Desku je opět obtížné ohýbat ze stejného důvodu, jako tomu je u desky impregnované.

Sádrokartonové akustické desky (SILENTBOARD/PIANO/DF) se používají pro efektivní eliminaci šíření hluku, a to nejčastěji ve strojovnách a v technických místnostech se zdrojem hluku. Nejčastější barvou je hnědá. Výrobci tuto desku z důvodu velké objemové hmotnosti vyrábějí v šířce kolem 625 mm.

Sádrokartonové desky s vysokou odolností proti poškození (DIAMANT) jsou nejefektivnější desky, které splňují požadavky protipožární, akustické, požadavky na vysokou vlhkost prostředí, a dokonce jsou desky odolné i proti poškození. Jejich nevýhodou je vyšší cena. Barva těchto desek je tmavě modrá.

1.2.2 Skladování a doprava materiálu

Jak již bylo řečeno v předchozích kapitolách, sádrokartonové konstrukce jsou velice citlivé na vliv prostředí. Aby bylo možné zajistit jejich pozitivní vlastnosti během užívání stavebního díla, je nutné dodržovat požadavky od výrobců na správné skladování. Výrobce obvykle dodává sádrokartonové desky na speciální paletě, která zajišťuje správnou podporu desek v celé ploše, aby nedošlo k průhybům a deformaci. Desky jsou na paletu vrstveny ve vodorovné poloze v počtu až 30 kusů a jejich přeprava po stavbě probíhá za pomoci paletovému vozíku.

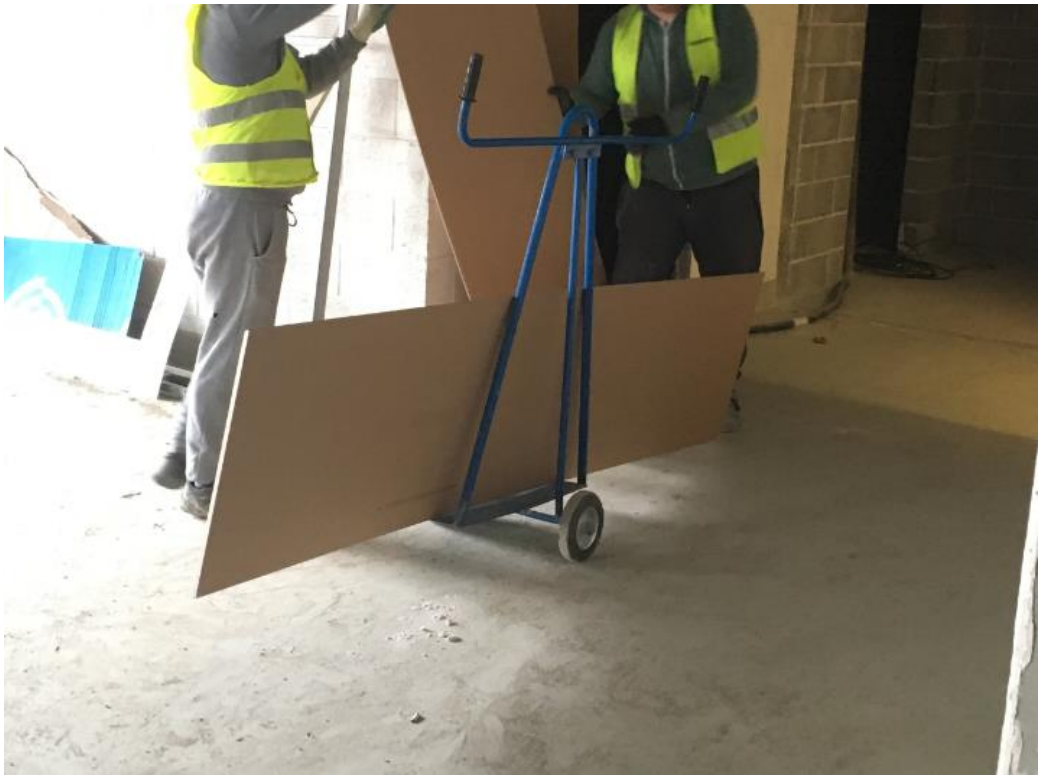
Desky by neměly být nikdy skladovány ve svislé poloze, protože dojde k jejich prohnutí, desky je obtížné následně montovat a dále nelze docílit požadovaných rovinností konstrukce. Na stavbě lze desky přeskládat i mimo paletu, použijí se dřevěné hranoly nebo proužky sádrokartonu, které se vyskládají v osové vzdálenosti 250 mm pod spodní desku. Sádrokarton by měl být na stavbě dále chráněn především před nevhodnou manipulací ostatních dělníků pohybujících se na stavbě, aby nedošlo k poškození hran sádrokartonových desek. Doprava na stavbě může být zajištěna ručně, nebo montéři mohou pro přepravu použít sádrokartonářský vozík (viz obrázek č. 11).

Relativní vlhkost vzduchu během montáže je podle dlouhodobé zkušenosti optimální v rozsahu mezi 50 až 70 %. Relativní vlhkost by neměla

překročit hodnotu 80 %. Stavba by měla být uzavřena a v zimním období temperována, aby nedocházelo k tmelení sádrokartonových desek pod nižší teplotou než 10 °C. Limitní hodnota je obvykle určena výrobcem a nejčastěji se setkáváme s minimální hodnotou + 5 °C. Nižší hodnoty mají za následek špatnou krystalizaci tmelů, a tím sníženou pevnost tmelených spojů. Během montáže a následujícího užívání by neměla být konstrukce vystavena náhlým vlhkostním a tepelným změnám, které způsobují viditelné trhliny. Pro eliminaci těchto trhlin ve spojích se používá výztužná páska. U zcela otevřených staveb je důležité zabránit tlaku, který může být způsoben větrem nebo průvanem a může vést k destrukci některých konstrukcí. Běžně se s tímto jevem nesetkáme, ale je důležité na to pamatovat z hlediska bezpečnosti práce. Otevřená stavba může mít dále za následek náhlé vytopení již hotových sádrokartonových příček. Tímto tématem se hlouběji zabývá praktická část diplomové práce.

Dále je důležité dodržovat doporučení výrobců pro skladování všech prvků ze kterých se skládají sádrokartonové konstrukce. Skladování profilů, či dokonce tepelné izolace v mokrém prostředí je nepřijatelné. Příklad nevhodného skladování desek na paletě je znázorněn na obrázku č. 10. [3]

Obr. 10: Nevhodné skladování desek na paletě [Vytvořeno autorem]



Obr. 11: Vozík pro přepravu desek po stavbě [Vytvořeno autorem]

1.2.3 Profily sádrokartonových konstrukcí

Základním materiálem pro sádrokartonové podkonstrukce byly donedávna nejvíce používány dřevěné latě. Tento materiál byl používán v rozsáhlé míře pro provádění konstrukcí příček a podhledů. Pro příčky se používaly latě o rozměrech 40 x 60 mm nebo 60 x 80 mm. Latě o rozměrech 24 x 48 mm nebo 40 x 60 mm se používaly při montáži konstrukce podhledu. Provádění konstrukcí ze dřevěných latí nebo hranolu je velice pracné a časově náročné. Při použití dřevěných hranolů v konstrukci dochází ke zhoršení akustických vlastností příčky, a to až o 2 dB. Nevýhodou tohoto organického materiálu je řada problémů se škůdci. Dochází k objemovým změnám během celého životního cyklu používání konstrukce, dřevo se postupně smršťuje nebo bobtná. Jednou z výhod dřevěné konstrukce v porovnání s ocelovou konstrukcí je chování dřevěných materiálů během požárů. Postupem času dřevěný profil celý shoří, ale ocelový profil vlivem vysoké teploty daleko rychleji ztrácí tvar. Použití dřevěného profilu je proto z hlediska požární ochrany

mnohem lepší. Přesto, že se jedná o obnovitelný materiál a na našem území máme velké zásoby dřevin, ocelové konstrukce při provádění sádrokartonových konstrukcí tento zastaralý systém zcela vytlačily. [8]

Pro snadnější montáž a díky přesné výrobě jsou v dnešní době nejvíce používány ocelové pozinkované profily. Výroba těchto ocelových profilů probíhá za studena tvarováním plechu. Tvaruje se se plech nejčastěji o tloušťkách 0,6; 0,7 a 2 mm podle použití profilu. Profily se značí CW, UW, CD, UD, a UA.

Zakládací profil, který je výrobci označován UW, slouží k založení konstrukce. Profil je přišroubován ve spodní čísti k pevnému podkladu na podlaze a v horní části příčky ze spodní části stropu. Mezi profil a pevný podklad se vkládá polyetylenová páska, která má za úkol akusticky oddělit konstrukce a zabránit tak šíření hluku. Jedná se o černou pásku o tloušťce 3 mm, která je z jedné strany samolepící pro snadnější práci během montáže. UW profily se vyrábí ve jmenovité tloušťce 50, 75, 100, 125 nebo 150 mm podle zvolené tloušťky a výšky výsledné příčky.

Svislé profily, které se vkládají do profilů zakládacích se označují CW a UA. Na tyto profily je následně kotvena sádrokartonová deska pomocí vrutů. Svislost těchto profilů je zajištěna právě díky přišroubování sádrokartonových desek, není možné tyto profily zejména v horní části spojovat se zakládacím profilem. Pozdější dotvarování objektu a průhyby stropů by měly za následek popraskání sádrokartonových desek. Proto by měl být svislý profil kratší a tvořit v horní části mezeru mezi zakládacím profilem. Tato mezera by měla být minimálně 1 cm, ale záleží na výsledném průhybu stropní desky. Z důvodu větších průhybů je možné provést větší svislé dilatování, které se provádí pomocí vrstvení proužků sádrokartonové desky, díky čemuž vznikne větší prostor pro pohyb konstrukce. Během montáže samy drží tyto profily v zakládacích profilech a montér upravuje jejich rozteč během montáže desek. Rozteč těchto profilů je zpravidla polovina šířky sádrokartonové desky, která následně přijde našroubovat na profily.

Pro lepší stabilitu může projektant navrhnout na příčku více těchto profilů. Profily mají v sobě z výroby vyražený otvor tvaru H, který se následně

ohne a vytvoří tak prostor v profilu pro vedení elektroinstalací. Je důležité zmínit a na stavbě kontrolovat, aby vedené elektroinstalace v otvoru byly v chráničce. Hrana profilu může být ostrá a hrozí proříznutí chránící elektroinstalace kabelu. Jako chránička se používá husí krk. Při použití jednoduchého rastru je možné do CW profilů vytvořit větší otvor pro vedení například vodovodního potrubí, ale je nutné toto provedení konzultovat s výrobcem, aby nedošlo k velkému oslabení profilu. Lepší alternativou pro vedení instalací v příčce s větším prostorem je zvolit dvojitý rastr. Jedná se o dva jednoduché rastry, které jsou od sebe vzdáleny podle požadovaného prostoru a jsou k sobě připevněny pomocí sádrokartonových kusů, pro instalace tak vzniká mnoho prostoru. CW a UA profily se od sebe liší tvarem, ale především tloušťkou plechu. UA profil se vyrábí obvykle z plechu o tloušťce 2 mm a zajišťuje tak mnohem větší únosnost než CW profil. UA profil se díky svým vlastnostem používá pro osazování dveřních zárubní nebo jako nosná konstrukce pro zavěšení předmětů na příčku. Dále se UA profil používá při provádění otvorů jako zakládací překlad pro svislé profily. Profily se vyrábí v tloušťkách 50, 75, 100, 125 nebo 150 mm.

U podhledů se setkáme s označením profilů UD a CD. Profily UD slouží jako zakládací profily pro ukotvení na stěnách, do kterých se následně zasunou CD profily, na které je kotvena sádrokartonová deska.

Výrobci doplňují tyto základní profily o profily speciální, které mohou mít lepší akustické vlastnosti nebo se s nimi mohou tvořit zaoblené konstrukce. Díky důmyslným zakládacím lištám lze provádět příčky do oblouku podle požadavků architekta nebo lze tvořit podhledy ve tvaru klenby. Pro tyto konstrukce je nutné použít i speciální sádrokartonové desky, které mají malou tloušťku a lze je po navlhčení ohýbat.

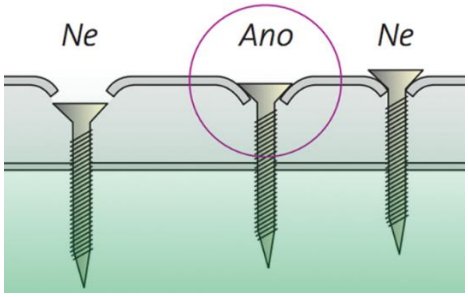
Přesné požadavky pro výrobce těchto profilů jsou definovány v normě ČSN EN 14195 (Kovové konstrukční prvky pro systémy ze sádrových desek – Definice, požadavky a zkušební metody).

Sádrokartonové desky a nosné profily se spojují pomocí šroubů. Tyto šrouby mají nejčastěji trumpetový tvar hlavičky, aby došlo ke správnému zapuštění šroubu a nedocházelo k poškození sádrokartonové desky. Je velice

důležité, aby šroub nevyčníval, ale zároveň nesmí dojít k nadměrnému protržení kartonu sádrokartonové desky. Správné zavrtání šroubu je znázorněno na obrázku č. 12.

Výborným pomocníkem montéra je akumulátorový sádrokartonářský šroubovák, který díky přítlačnému mechanismu zavrtá vrut s vysokou přesností podle výše zmíněných požadavků. Šroubovák je dále vybaven pásem s připravenými vruty a práce se díky tomu velice urychluje. Šroub musí být schopen provrtat nejen sádrokartonovou desku, ale především ocelový profil.

Rozteče šroubů pro ukotvení sádrokartonových desek k ocelovým profilům jsou dány podle zvoleného systému a doporučuje je výrobce. Délka šroubu se volí podle počtu sádrokartonových záklopů, tak aby došlo ke spojení desky s ocelovou konstrukcí. Požadavky na šrouby pro systémy ze sádrokartonových desek jsou definovány v normě ČSN EN 14566 +A1 (723616) (Mechanické upevňovací prostředky pro systémy ze sádrokartonových desek – Definice, požadavky a zkušební metody). [1]



Obr. č. 12: Správné zapuštění hlavy šroubu v sádrokartonové desce [9]

1.2.4 Izolace

Pro zlepšení akustických, požárních a tepelných vlastností je používána při realizaci sádrokartonových konstrukcí izolace z minerální vlny nebo pěnového polystyrenu. Během provádění suché výstavby se s pěnovými polystyreny, které se značí EPS (Expandovaný pěnový polystyren), setkáme nejčastěji při provádění sádrokartonové plovoucí podlahy.

Během provádění svislých konstrukcí se mnohem častěji setkáváme s izolací z minerální vlny. Tato izolace se rozděluje podle výrobního materiálu na izolaci skelnou, nebo kamennou. Hlavním důvodem používání tohoto materiálu během realizace je poddajnost materiálu. Touto vlastností je dána jednoduchost provádění těchto izolací. Dobrá zpracovatelnost je obrovská výhoda v porovnání s izolacemi z pěnového polystyrenu.

Minerální izolace se používají v současné praxi s objemovou hmotností v rozsahu od 11 do 40 kg/m^3. Objemová hmotnost izolace ovlivňuje především požární vlastnosti a vlastnosti izolace vést teplo. Součinitel tepelné vodivosti u minerálních izolací se pohybuje od lepších izolací s hodnotou 0,035 až po ty horší izolace s hodnotou 0,043 W/m·k.

Jednou z důležitých hodnot a velkou předností minerálních izolací během požáru je bod tání. Bod tání kamenné izolace se pohybuje kolem hodnoty 1000 °C, bod tání skelné vlny je o něco horší s hodnotou 700 °C. Pro porovnání těchto hodnot je dobré zmínit, že ocel ztrácí své pevnostní vlastnosti podle typu oceli již kolem hodnoty 900 °C. Izolace nejen že nezačne hořet, ale zabraňuje i šíření vysokých teplot během požáru. Z těchto hodnot vyplývá, že je výhodné sádrokartonové konstrukce používat ve spojení tepelné izolace i jako kanály pro odvod tepla a kouře během požáru.

Problematickou částí všech tepelně izolačních materiálů je nasákavost vlhkosti, proto se izolace musí hydrofobizovat, aby byla snížena nasákavost těchto izolací a nedošlo tak ke zhoršení požadovaných tepelných vlastností.

Jak už bylo zmíněno izolace vynikají dobrou stlačitelností, která může být nesmírnou výhodou nejen během montáže, ale lze ušetřit mnoho místa, a s tím spojené náklady během přepravy. Nevýhodou může být použití těchto izolací ve vodorovných konstrukcí, které nejsou následně schopny přenášet a rozložit svislé zatížení. Dále je důležité zmínit, že je nutné na tuto nevýhodu myslet i během projektování svislých konstrukcí, protože při zvolení velmi vysokých stěn může dojít k sesunutí této izolace, a proto se musí kotvit pomocí drátů k CW profilům.

Izolace je výrobci dodávaná v rolích nebo v deskách. V dnešní době lze rozeznat druh izolace obvykle již podle názvu udávaným výrobcem, ale přesné vlastnosti je nutné ověřit ve specifikaci technických parametrů. [1] [10]

1.2.5 Finální úprava

Nedílnou součástí správného provedení konstrukce je tmelení spár. Tato činnost ovlivňuje nejen finální vlastnosti příčky, ale správnost provedení tmelení ovlivňuje především výslednou vizuální kvalitu.

Kvalita je stupeň splnění požadavků. Kvalita konstrukce zahrnuje její zamýšlenou funkci a výkonost, ale také její vnímanou hodnotu a přínos pro objednavatele. [11]

Podle požadavků na vysokou pevnost spoje se volí tmelení prováděné ve větší tloušťce a tmely prováděné v menší tloušťce jsou vhodné především pro hladké finální povrchy. Ideální tmely jsou snadno nanášeny, broušeny, ale zároveň jsou velice pevné po vytvrdnutí.

Tmely se obvykle dodávají v kašovité konzistenci nebo se dodávají práškové směsi pro smíchání s vodou na stavbě. Doba tvrdnutí tmelů na bázi sádry se pohybuje od 15 do 50 minut. Správná konzistence je velice důležitá pro dobrou zpracovatelnost. Tuhnutí tmelu způsobené vysycháním může mít za následek tvorbu trhlin a nerovností finálního povrchu.

Tmely dodávané v kašovité konzistenci zpravidla obsahují disperzní přísady. Jejich hlavní výhodou je okamžitá připravenost k použití. Nevýhodou disperzních tmelů je menší pevnost, dlouhá doba vysychání a dále jsou tmely citlivé na vlhkost a teplotu vzduchu během tmelení. Tmely jsou z důvodu těchto nevýhod používány především pro finální úpravy. Skladování a přeprava těchto materiálů musí probíhat v suchu, ale oproti tmelům na bázi sádry nesmí tmely před zpracováním nikdy projít mrazem. Další nevýhodou během transportu je zbytečné přenášení obsahující vody, a tím rostoucí náklady na dopravu. Tmely jsou výborně brousitelné.

Tmely na bázi sádry svými vlastnostmi skvěle doplňují možnosti použití disperzních tmelů. Tyto tmely oproti tmelům disperzním nevysychají, ale

tvrdnou díky krystalizaci. Tmely na bázi sádry velice rychle tuhnou i při velkých tloušťkách. Tmely se minimálně propadají a přes jejich vysokou pevnost se skvěle brousí. Materiál je dodáván obvykle v papírových pytlích a je proto nutné zamezit během transportu a skladování kontaktu s vodou, aby nedošlo k vytvrdnutí směsi.

Nedílnou součástí tmeleného spoje je výztužná páska, která zajišťuje finální pevnost spoje a je schopna přenášet tahové síly. Použití těchto pásek eliminuje následnou tvorbu nepřípustných trhlin. Zvolení druhu pásky je ovlivněno typem tmelení a tvarem hrany desky. Nejuniverzálnější a nejlevnější páska je papírová páska. Používá se na zpevnění hran, rohů a spár. Kvalitní hrany lze docílit díky předem přehnuté pásce. Nevýhodou je tvoření bublin během montáže a větší tloušťka této pásky. Naopak jednou z tenčích pásek je skelná páska, a proto se používá u tmelení příčných hran. Nevýhodou této pásky je, že se nedá použít pro zpevnění hran.

Nejméně univerzální ale nejpoužívanější je páska samolepící. Páska se nedá použít pro ochranu rohů. Od ostatních pásek se liší tím, že se nanáší před samotným tmelením a snižuje tak pracnost provádění tmeleného spoje. Dále se můžeme setkat se speciálními páskami, které jsou vybaveny hliníkovou hranou a dokáží tak nejlépe ochránit hranu sádrokartonové konstrukce. Hrany jsou díky hliníkovému profilu méně náchylné na poškození, ale když dojde k poškození oprava je mnohem složitější. [1]

Podle požadavků kladených na spáru výrobci rozlišují druhy tmelení od technicky nutných Q1 až po špičkový povrch Q4. Příklady tmelení jsou znázorněné na obrázcích číslo 13 a 14.

Stupeň tmelení Q1 – základní tmelení

Tmelení se provádí například u prvního záklopu, kde nejsou žádné optické požadavky na spáru. Jsou přípustné viditelné tahy a vrypy od špachtle, výčnělky je nutné odstranit. Nízké požadavky tmelení můžeme také použít u stěn u kterých víme, že bude provedeno obložení obklady nebo se budou provádět omítky. Výztužné pásky se používají, pokud je to nutné z konstrukčních důvodů. Jedná se o nejnižší možnou kvalitu provedení tmelení.

Stupeň tmelení Q2 – standart

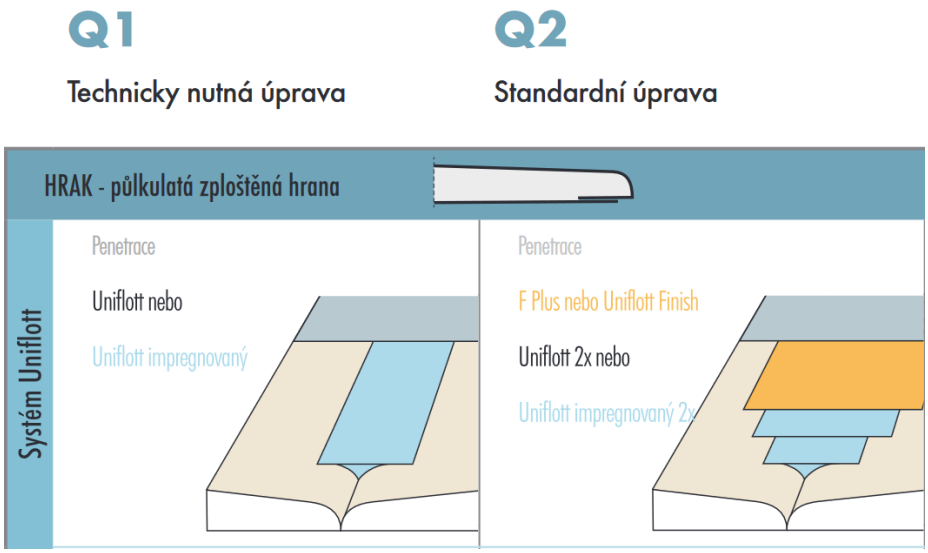
Stupeň Q2 je nejběžnější druh tmelení. Provedou se nejdříve dvě vrstvy tmelu na bázi sádry a následně se provede vrstva finální pastou. Před další úpravou sádrokartonové konstrukce je vhodné provést penetraci, která má za cíl zlepšit vlastnosti povrchu. Při provádění tohoto stupně tmelení nesmí být viditelné přetoky stěrkové hmoty nebo otisky po zpracování. Pokud se finální tmelení pastou nepovede, je nutné provést broušení. Když se zvolí stupeň tmelení Q2 není možné vyloučit viditelné čmouhy při rovnoběžném osvětlení povrchu. Stupeň tmelení je nejvhodnější jako podklad pod tapety.

Stupeň tmelení Q3 – nadstandartní kvalita

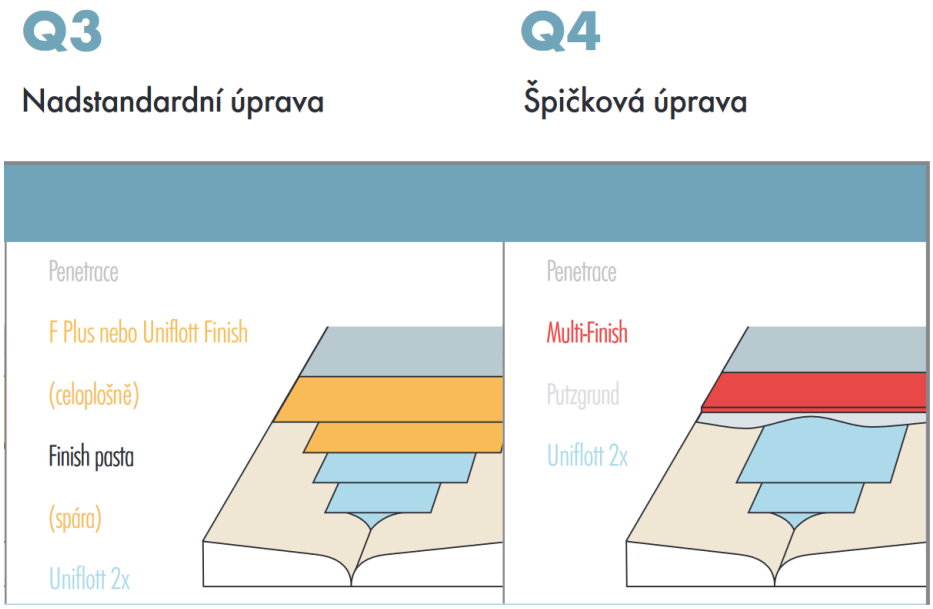
Při provedení finálního povrchu v kvalitě Q3 nedochází k vizuálním prokreslování podkladu, protože spoj se provede v kvalitě Q2 a celý spoj desek se znovu přetmelí. Stopy způsobené bočním osvětlením jsou oproti kvalitě Q2 minimální. Vhodné pro finální matné nátěry nebo obklady stěn s jemnou strukturou.

Stupeň tmelení Q4 – špičkový povrch

Nejvyšší kvalita provedení pro splnění požadavků lesklých hladkých povrchů nebo pro plochy, které jsou osvětlovány ostrým bočním světlem. Tmelení se provede v požadované kvalitě Q3 a následně se přetmelí i samotné desky, takže finální vrstva tmelu je celistvá. [12]



Obr. č. 13: Příklad systému tmelení kvality Q1 a Q2 [12]



Obr. č. 14: Příklad systému tmelení kvality Q2 a Q4 [12]

Pro kvalitní výsledný povrch je nutné provést po finálním vytmelení celoplošnou penetraci. Penetrace zpevňuje povrch, zlepšuje přilnavost povrchu a vyrovnává savost podkladu sádrového a kartonového.

Výrobci doporučují provádět penetraci i před prováděním malby. Samotné nátěry je možné provádět nanášením barvy válečkem nebo nanášením pomocí stříkací pistole. Nedoporučuje se nanášení štětcem, protože na hladkém sádrokartonu mohou zůstávat zatvrdlé stékající kapičky.

Před prováděním tapet je vhodné povrch napenetrovat, ale zároveň je vhodné provést speciální nátěr, který umožní bez poničení povrchu sádrokartonové desky pozdější stržení tapet.

Na sádrokartonové desky je možné nanášet omítky, ale tento proces je díky vysoké kvalitě povrchu sádrokartonových desek zbytečný, jelikož desky stačí pouze přetmelit ve finální kvalitě Q4, jak tomu bylo popsáno v předchozí kapitole. Pro velmi náročné interiéry je možné provést strukturované omítky nebo nanášet tenkovrstvé omítky.

Pomocí flexibilních lepidel určených na sádrokartonové desky lze lepit na stěny keramické obklady. Před nanesením lepidla je nutné opatřit desky penetračním nátěrem a v prostorách s odstřikující vodou přímo na obklad se doporučuje provést hydroizolační stěrku. Obklady se pokládají do lepidla

naneseného pomocí zubaté stěrky v celé ploše obkladu. Po vytvrdnutí lepící hmoty se obklady spárují spárovací hmotou. Rohy stěn se řeší seříznutím obkladu po vzoru kamenického rohu nebo se osazují ukončovací lišty. [13]

Zatím neexistuje norma s definovanými požadavky na přesnost a přípustné odchylky provádění sádrokartonových konstrukcí, proto se používá norma ČSN 73 0205 (Geometrická přesnost ve výstavbě. Navrhování geometrické přesnosti) v kombinaci s normou ČSN EN 13914-2 (Navrhování, příprava a provádění vnějších a vnitřních omítek – Část 2: Vnitřní omítky). Přípustné rozměrové odchylky sádrokartonových desek jsou uvedeny v normě ČSN EN 520.

1.2.6 Zavěšení předmětů na příčku

Jedním z problematičtějších stránek sádrokartonových konstrukcí je únosnost příček. Příčky se neprojektují jako nosné, ale vždy se setkáme s případem, že je potřeba na provedenou plochu zavěsit různé předměty. Může se jednat o malý obrázek, nástěnnou poličku, větší skřínku, nebo dokonce o závěsný klozet.

Mezi nejčastěji používané pomůcky patří deformovatelná vložka pro kotvení vrutů neboli hmoždinka. Na trhu se můžeme setkat s několika druhy hmoždinek. Všechny hmoždinky jsou založené na principu vlastní deformace a rozložení sil do větší plochy. V příčce se vyvrtá úzký otvor, do kterého se vloží hmoždinka, která se následně mechanicky zdeformuje a vytvoří tak větší plochu pro rozložení zatěžovací síly do sádrokartonové desky. Únosnost hmoždinek může být až 50 kg. Tato únosnost není závislá jen na výsledné velikosti hmoždinky, ale především na pevnosti zvoleného sádrokartonu a jeho tloušťce.

Pro větší zatížení musíme použít výdřevy pro roznesení zatížení do stojek příčky. Výdřevu je možné kotvit do CW profilů, ale při požadavku maximální možné únosnosti je nejvhodnější zvolit UA profily. Sádrokartonová deska je v tomto případě minimálně zatěžována a síly jsou přeneseny přes výdřevu do stojek. Výdřeva se provádí nejčastěji z OSB

desek, u kterých se zvolí tloušťka desky podle možného zatížení. Prostor mezi zadní stranou sádrokartonové konstrukce a přední stranou OSB desky musí být vytmelen, aby byl prázdný prostor vyplněn. Kdyby se tento prostor nevyplnil, mohlo by dojít k průhybu sádrokartonové desky a hrozilo by velké riziko tvorby trhlin.

Samostatnou kapitolou je zavěšování klozetu nebo pisoáru, viz obrázek č. 15. Pro tyto prvky jsou vytvořeny systémové rámy. Výrobci dodávají rám pro klozet, který obsahuje přípravu pro celý systém. Jedná se o ocelovou konstrukci, která je vybavena vodní nádobou a napojením klozetu na kanalizaci. Vzniklé vodorovné síly jsou přenášeny do UA profilů, zatímco svislé síly konstrukce se na sádrokartonovou příčku nepřenáší, protože rám je osazen výškově nastavitelnými nožičkami pro přenos těchto sil.

Obr. 15: Nosná konstrukce závěsného WC kotvena na UA profily s výdřevami na montáž opěr pro bezbariérové použití [Vytvořeno autorem]

1.2.7 Sádrokartonové konstrukce a jejich alternativy

Mezi nejčastěji prováděné sádrokartonové konstrukce patří příčky, předsazené stěny, instalační příčky, suché omítky, obklady sloupů, šachty, bezpečnostní příčky, kazetové podhledy, hladké sádrokartonové podhledy, akustické podhledy, římsy, klenby, obklady potrubí pro odvod tepla a kouře, suché plovoucí a dutinové podlahy, obklady vzduchotechnických kanálů, opláštění v půdních vestavbách. [1]

Stěny s kovovou podkonstrukcí jsou rozlišovány na jednoduchý a dvojitý rastr. O vlastnostech stěny rozhoduje typ a tloušťka tepelné izolace, typ a počet vrstev sádrokartonové desky a správnost provedení. Stěny z dvojitého rastru se vyznačují větší tloušťkou konstrukce, která má dostatečný prostor pro vedení instalačních rozvodů. Většina výrobců sádrokartonových systémů disponuje vytvořenými tabulkami, ve kterých udává výsledný index vážené laboratorní neprůzvučnosti. Z důvodu rozlišnosti provádění těchto konstrukcí na stavbě jinak než během laboratorních zkoušek má za následek jiné výsledné hodnoty než ty laboratorní. Vlivem rozdílu hodnot laboratorní neprůzvučnosti a hodnot naměřených na stavbě se zavedla nová veličina, která se nazývá stavební neprůzvučnost. Příčinou zhoršení akustických vlastností bývá obvykle špatné provedení stěn a nedodržení doporučení výrobců na provádění. Dále může být příčinou například špatné akustické odizolování procházejících rozvodů instalací stěnou. Požadavky na vzduchovou neprůzvučnost konstrukcí jsou dány normou a jsou závazné podle účelu využití prostoru. Podle počtu vrstev sádrokartonových desek jsou konstrukce rozlišovány na jednovrstvé, dvouvrstvé, nebo trojvrstvé opláštění.

Mezi největší konkurenty sádrokartonových svislých konstrukcí patří zděné příčky. Jedná se o příčky tradiční konstrukce, které se provádí pomocí kusového staviva a zdící malty. Nejčastěji se používají plné pálené cihly, příčkovky s dutinami, pórobetonové tvárnice, nebo vápenopískové cihly. V praxi se setkáme nejčastěji s jednoduchou příčkou, která se od dvojité příčky rozlišuje polovičním použitím materiálu, ale horšími akustickými vlastnostmi.

Při požadavku na průhlednost a světelnou propustnost příčky jsou prováděny příčky skleněné. Realizují se ze skleněných dílů, které se nazývají luxfery. Tvarovky jsou náchylné na praskání a je proto nutné provádět správné dilatování těchto příček. Nevýhodou jsou výrobní rozměry, které mají za následek nutnost přesného dodržení modulové koordinace.

V historii jsme se mohli setkat s vápenosádrovými příčkami, které se nazývají také rabicky. Jedná se o tenké dělící příčky, které se nehodí do trvale vlhkého prostředí. Rabicky se prováděly uchycením drátu po obvodě příčky, který výsledně tvořil čtvercová oka, na které bylo následně přidrátováno pletivo z pozinkovaného ocelového drátu. Na pletivo se pomocí jednostranného bednění nanášela vápenosádrová malta. Rabicky se prováděly o tloušťce kolem 50 mm, ale z důvodu velké pracnosti a špatných výsledných vlastností se s nimi už dnes setkáme pouze v historických budovách.

Rabicky byly vytlačeny častěji používanými moniérkami. Jedná se o monolitické železobetonové příčky. Provede se bednění z jedné strany příčky, následně se provede vyvázání armatury a příčka se zavře bedněním i z druhé strany. K zajištění správného prolití čerstvého betonu se dříve používaly příložné vibrátory. V dnešní praxi se díky kvalitnějším betonům častěji setkáme se samozhutnitelným betonem. Během výstavby panelových domů se prováděli příčky prefabrikované.

Nejsložitějšími příčkami jsou dále příčky přemístitelné. Jejich montáž obvykle provádí specializovaná firma a používají se v prostorách, u kterých se může v krátkém časovém horizontu měnit jejich využití. Jedná se o panely, které jsou zavěšeny na kolejnici pod stropem a k jejich přesunu dochází manuálně nebo mechanicky. [14]

Výhody sádrokartonových konstrukcí:

- Nehořlavost.
- Skvělé protipožární vlastnosti.
- Výborné akustické vlastnosti.
- Nízká hmotnost konstrukcí.
- Rychlá montáž.

- Suchý proces montáže.
- Nenáročný transport materiálu.
- Široká škála použití sádrokartonových desek.
- Přesnost výrobků.
- Proveditelnost dodatečných úprav.
- Materiál je plně recyklovatelný.
- Sádra se vyrábí, jako vedlejší produkt.
- Dobrá zpracovatelnost materiálu.
- Vedení instalací technického zařízení budov.
- Nemá vliv na lidské zdraví.
- Rovinnost konstrukcí.
- Cena.
- Jednoduchá demontáž.

Nevýhody sádrokartonových konstrukcí:

- Špatná snášenlivost vysoké vlhkosti.
- Vysoká prašnost během broušení.
- Pouze nenosné prvky.
- Neodbornost montérů.
- Špatná reakce na UV záření.

Tab. č. 5: časová náročnost konstrukcí [1]

Typ konstrukce	Popis konstrukce	Časová náročnost [min/m^2]
Příčka	Jednoduchý rastr, jedno opláštění	45
Příčka	Jednoduchý rastr, dvojité opláštění	55

Příčka	Jednoduchý rastr, trojité opláštění	75
Příčka	Dvojitý rastr, jedno opláštění	55
Příčka	Dvojitý rastr, dvojitě opláštěný	85
Příčka	Dvojitý rastr, trojité opláštění	105
Předstěna	Volně stojící, jedno opláštění	35

1.2.8 Obecný postup provádění sádrokartonových příček

V této kapitole je v bodech popsán technologický postup provádění běžných sádrokartonových příček. Je velice důležité zmínit, že vytváření technologických postupů by mělo probíhat vždy na konkrétní příčku samostatně. Níže jsou vypsány nejdůležitější body, které by měl každý technologický postup obsahovat. Jedná se o popis sádrokartonové příčky s jednoduchým rastrem vyplněným tepelnou izolací a dvojitým opláštěním. Před zakrytím každé vrstvy by měla proběhnout kontrola technikem.

- Kontrola připravenosti objektu a připravenosti pracoviště.
- Pomocí brnkačky se vyznačí na přilehlé konstrukce finální hrana příčky.
- Profily ve styku s okolní konstrukcí se opatří těsnící páskou.
- Kotvící profily se ukotví pomocí natloukacích hmoždinek.
- Osadí se svislé profily do profilů zakládacích v požadované rozteči a bez mechanického kotvení.
- Provede se montáž první sádrokartonové vrstvy z jedné strany.

- První vrstva se vytmelí v kvalitě Q1.
- V příčce řemeslníci provedou všechny požadované rozvody.
- Pokud je potřeba osadí se výdřevy.
- Vloží se tepelná izolace.
- Provede se montáž první sádrokartonové vrstvy z druhé strany.
- První vrstva se vytmelí v kvalitě Q1.
- Provede se montáž druhé sádrokartonové vrstvy z obou stran.
- Obě strany se vytmelí v požadované kvalitě Q1 až Q4.
- Plochy se napenetrují.
- Provede se finální úprava povrchu.

2 PRAKTICKÁ ČÁST

2.1 Vyhodnocení nejčastějších vad během realizace

Tato část se zaměřuje na problematiku při návrhu a provádění sádrokartonových svislých konstrukcí. Vyhodnocuje a třídí nejčastěji se vyskytující závady způsobené špatným návrhem, nedodržením technického postupu a nerespektování doporučení výrobce během realizace. Databáze byla sestavena ze závad, které se vyskytly během realizace tří typů stavebních objektů.

Jedním ze stavebních objektů je budoucí kongresové centrum, na kterém bylo posbíráno nejvíce závad. Dále jsem zařadil do databáze vady, které se objevily při realizaci bytového domu a dvou domů rodinných. Je důležité zmínit, že počet poskytnutých závad v databázi z jednotlivých objektů je ovlivněn rozsahem, velikostí a objemem prací samotné výstavby.

Závady jsou sbírány v časovém rozsahu od kontroly projektové dokumentace, až po finální úpravu povrchu konstrukce a předání díla investorovi. Vady mají několik možných příčin, které jsou dále roztříděny do tří skupin, aby bylo možné určit jejich původ a minimalizovat jejich výskyt v budoucnu. Celkem bylo nasbíráno do databáze 257 prohřešků. Závady a jejich třídění jsou popsány v následujících kapitolách.

2.1.1 Montážní chyby

V této kapitole jsou vypsány závady, které vznikly technologickou nekázní během montáže sádrokartonových konstrukcí. Při montáži nebyly dodrženy zásady stanovené projektantem a výrobcem systému. Vady vznikají především neodborností a nedostačujícím proškolením montérů nebo jejich neopatrností. Aby byl počet vad vyskytnutých během montáže minimalizován, je potřeba, aby byly práce prováděny dostatečně kvalifikovanou a proškolenou osobou.

Dále je důležitě, aby před každým zakrytím jednotlivých částí došlo ke kontrole pověřenou osobou a byl proveden zápis a fotodokumentace

o provedení. Především fotodokumentace může být použita na vyhodnocení závad a jejich odstranění při budoucí reklamaci.

Příklady závad:

- Použití jiného druhu sádrokartonu.
- Záměna typu profilu.
- Neprovedená dilatace.
- Kotvení svislého profilu do horního vodorovného profilu.
- Přišroubování desky do horního vodorovného profilu.
- Vytyčení příčky v rozporu s PD.
- V rohu otvoru je napojeno více desek.
- Při pokládce dvou a více vrstev nedochází k překrytí.
- Chybí tepelná izolace.
- Špatná rozteč šroubů.
- Špatně navrtané šrouby.
- Chybí těsnící páska pod UW profilem.
- U otvoru nebyl použit překlad z UA profilu.
- Chybí výměna nad otvorem.

2.1.2 Chyby v projektové dokumentaci

Při návrhu sádrokartonové konstrukce musí být dodrženy technické požadavky na stavby tak, aby byla při respektování hospodárnosti vhodná pro určené využití, a aby současně splnila základní požadavky, kterými jsou

- Mechanická odolnost a stabilita.
- Požární bezpečnost.
- Ochrana zdraví osob a zvířat, zdravých životních podmínek a životního prostředí.
- Ochrana proti hluku.
- Bezpečnost při užívání.
- Úspora energie a tepelná pohoda. [15]

Tyto požadavky musí být kontrolovány již během návrhu projektové dokumentace. Zjištění špatného návrhu v průběhu realizace nebo dokonce až

po dokončení, má negativní vliv na časový harmonogram celé stavby a celkovou cenu díla. Dále musí projektant respektovat základní požadavky pro úpravu a kreslení výkresů, aby výkresová dokumentace byla správně čitelná a celý projekt byl proveditelný.

Příklady závad:

- Ve svislé konstrukci není zakreslena objektová dilatace.
- Tloušťka stěny je menší než navržená tloušťka instalace vedené ve stěně.
- Projektová dokumentace nerespektuje minimální rozměry hygienického zařízení.
- Konstrukce nesplňuje požadavky na ochranu proti hluku.
- Konstrukce nesplňuje požadavky na požární bezpečnost.
- Chybný detail napojení podlahy a svislé příčky.
- Není navržena výztuha.
- Kolize příčky s instalací.

2.1.3 Špatná koordinace

V této skupině nalezneme vady vzniklé špatnou koordinací dotčených profesí. Tyto kolize mohou vznikat špatným pochopením výkresové dokumentace, nedostatečným časovým harmonogramem, špatným zásobováním materiálu a obecně špatnou připraveností. Jedním z hlavních problémů je správné časové naplánování jednotlivých profesí, které jsou na sobě závislé.

Po zhotovení ocelové konstrukce a zaklopení sádrokartonovou deskou z jedné strany je nutné před zaklopením z druhé strany provést všechny příslušné instalace a rozvody dle projektové dokumentace. U některých instalací není pozdější doplnění velký problém, ale některé instalace vyžadují nutnou demontáž celého záklopu z jedné strany.

Nevhodné celkové časové naplánování může mít dále za následek montáž sádrokartonových konstrukcí v otevřené stavbě. Nepříznivé vlivy počasí působící přímo na sádrokartonové konstrukce, které nejsou do těchto

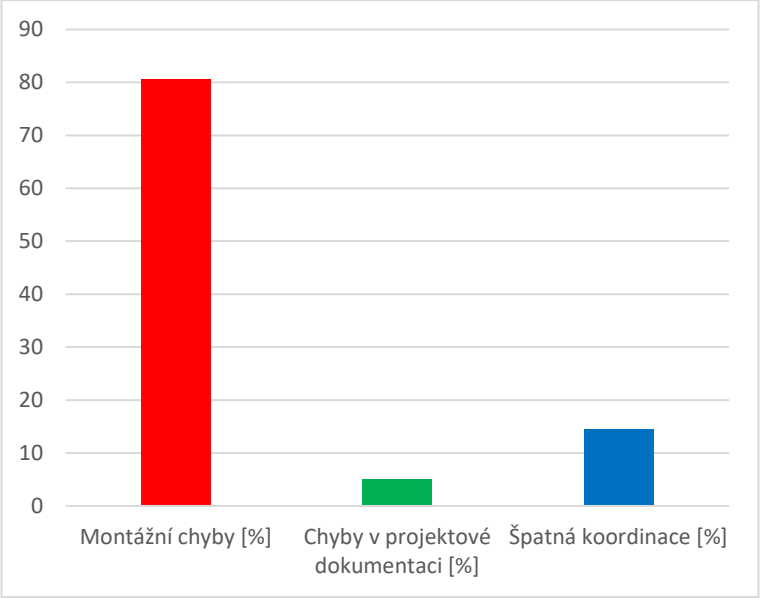
extrémních podmínek navrženy, mohou způsobit objemové změny, špatné vysychání, tvorbu trhlin a žloutnutí desek. S tímto problémem se setkáváme nejčastěji u složitých rekonstrukcí. V dalších kapitolách je popsáno, jaký vliv má zatékání do provedených konstrukcí na stavebně fyzikální vlastnosti a živostnost konstrukce.

Příklady závad:

- Absence kabelové chráničky procházející v ocelovém profilu.
- Příčka je založena na stropní desce.
- Nejsou provedeny instalace v celém rozsahu.
- Instalace jsou provedeny špatně.
- Neuzavřená stavba.
- Vlhkost v konstrukci.
- Poničení hotových konstrukcí.

Tab. č. 6: Četnost vad zjištěných během realizace [Vytvořeno autorem]

Vyhodnocení vad				
Druh vady	Počet výskytu vady			Procentuální podíl
	Rodinný dům	Bytový dům	Kongresové centrum	
Montážní chyby	15	24	168	80,6 %
Chyby v projektové dokumentaci	0	4	9	5,0 %
Špatná koordinace	0	11	26	14,4 %



Obr. 16: Grafické znázornění procentuálního podílu vyhodnocených vad [Vytvořeno autorem]

2.2 Vyhodnocení závad

Z grafu na obrázku č. 16 je patrné, že největší podíl na závadách mají montážní chyby při provádění sádrokartonových příček. Montážní chyby jsou způsobené špatným proškolením a neodborností montérů, kteří tyto konstrukce provádějí. Vzdělání ve směru suché výstavby lze v tuzemsku získat absolvováním střední technické školy se zaměřením na provádění suché výstavby nebo absolvováním školících kurzů, které pravidelně pořádají výrobci sádrokartonových konstrukcí.

Dalším faktorem pro častý výskyt závad je samotná komplikovanost provádění sádrokartonových konstrukcí. Obecně platí přímá úměra výskytu závad s komplikovaností samotné konstrukce a celé stavby. Z vyhodnocení je patrné, jak je důležité věnovat čas a energii na kontrolu správnosti provádění konstrukcí. Objednatel by měl vyžadovat od dodavatele předložení a dodržování technologického postupu. Ke kontrole správnosti dodržování technologického postupu a správnost realizace na stavbě slouží kontrolně zkušební plán.

Během provádění sádrokartonových konstrukcí je důležité správné načasování. Jedná se o druh konstrukcí suché výstavby, proto musíme splňovat požadavky na suchou výstavbu. V rámci zatřídění závad do skupiny špatná koordinace se často setkáváme s vytopením již realizovaných konstrukcí. Vliv vlhkosti na konstrukce je proto dále hlouběji popsán v následujících částech diplomové práce.

S chybami v projektové dokumentaci se setkáváme díky odbornosti projektantů minimálně, ale i přesto je důležité před samotnou realizací každou dokumentaci zkontrolovat.

2.3 Vady v průběhu užívání.

V průběhu realizace se mohou vyskytnou vady, které nebudou z důvodu špatné kontroly odhaleny. Projevování se těchto závad má za následek tvorbu trhlin, prasklin, opadávání obkladů, nadměrné šíření hluku konstrukcí nebo tvorbu plísní. Tyto závady mají negativní vliv na samotné užívání stavby. I když se jedná převážně o škody estetické musí být příčiny těchto závad odhaleny a následně opraveny. Z důvodu projevování se závad až po určitém časovém rozestupu od předání díla investorovi jsou tyto závady časově i finančně náročné na opravu. Fatální závadou je nesplnění příčky požárních požadavků v průběhu požáru, které může mít za následek nejen vysokou finanční ztrátu, ale i lidské životy.

2.4 Vliv vlhkosti na sádrokarton

Jedním z častých problémů při realizaci sádrokartonových konstrukcí je zatečení vody do již provedených konstrukcí. Tato kapitola má za cíl popsat jaký má voda na konstrukci a jednotlivé druhy sádrokartonu vliv. Jak bylo popsáno v kapitole 1.2.2 Skladování a doprava materiálu, sádra je náchylná na vlhkost, a proto musí být sádrokarton před vodou a vlhkostí chráněn. Co se děje se sádrokartonem a jak se v něm šíří kapalina, je důležité vědět, aby bylo možné vyhodnotit rozsah vzniklých škod a mohlo dojít k nejefektivnější opravě.

Vlhkost je definována jako množství vody, které v daném okamžiku materiál obsahuje. Jedná se o zaplnění pórového systému vodou. Se suchým pórovitým materiálem se prakticky nesetkáme. Pórovitost je definována jako poměr objemu pórů k celkovému objemu materiálu. Setkáváme se s póry otevřenými a uzavřenými. Otevřené póry přímo ovlivňují navlhavost a vysychavost materiálu, protože umožňují vedení kapalin. Uzavřená pórovitost naopak neumožňuje transportní procesy. [6]

Rozdělení pórů podle velikosti:

- Ultrakapilární póry – poloměr $<10^{-9}$ m tvoří se zde řetězce vody a voda se těmito póry porovnatelnými s velikostí molekul nemůže šířit.
- Kapilární póry – pohyb vody je vyvolán povrchovým napětím
  - Kapilární mikropóry 2×10^{-9} až 2×10^{-6} m
  - Kapilární přechodové póry 2×10^{-6} až 60×10^{-6} m
  - Kapilární makropóry 2×10^{-6} až 2×10^{-3} m
- Vzdušné póry – převládá vliv gravitace, protože dutiny jsou moc rozsáhlé.

Výskyt vlhkosti v materiálu:

- Adsorbovaná voda
  – pokrývá stěny kapilár.
- Kapilární voda
  – vyplňuje kapiláry a malé póry.
- Volná voda
  – vyplňuje velké dutiny.
- Chemicky vázaná
  – tvoří součást základní mřížky, vysoušení sádry.
- Fyzikálně vázaná
  – van der Waalsovy síly.

Rozdělení podle zdroje vlhkosti:

- Provozní vlhkost

  – závisí na užívání místnosti.

- Zkondenzovaná voda

  – příčinou je kondenzace vodní páry, ke kondenzaci dochází v konstrukci, ale i na povrchu.

- Sorpční vlhkost

  – vlhkost přijímaná ze vzduchu.

- Výrobní vlhkost

  – dána mokrým procesem při výrobě materiálu.

- Vlhkost zemní

  – k navlhnutí materiálu dochází z důvodu kapilární

  Vzlínavosti.

Rozdělení vlhkosti podle časového vývoje:

- Vlhkost výrobní – materiály vzniklé na bázi mokrého procesu, výrobní vlhkost u běžných materiálů z hlediska životnosti dosahuje nejvyšších hodnot.
- Skladovací vlhkost – ovlivňuje životnost a způsob následného zpracování materiálu.
- Mimořádná vlhkost – neočekávaná vlhkost například havárie vody.
- Trvalá vlhkost – charakteristická vlhkost materiálu zabudovaného do konstrukce.

Ve stavebnictví se setkáme nejčastěji s materiálovými vlastnostmi, kterými jsou pevnost, deformace, měrná tepelná vodivost, měrná tepelná kapacita, mrazuvzdornost, nebo objemová hmotnost. Všechny tyto vlastnosti jsou vlhkostí ovlivňovány. Vlhkost může být dále zdrojem poruch konstrukce,

které mají negativní vliv na hygienické parametry prostoru, životnost konstrukce nebo náklady na vytápění. [6]

2.4.1 Popis zkoušky sádrokartonové desky

K určení rozsahu škod během vytopení sádrokartonové konstrukce bylo důležité určit rozsah transportu vlhkosti v materiálu. V laboratoři proběhlo namodelování situace, kdy máme v místnosti již realizované příčky a místnost je náhle zatopena například přívalovým deštěm nebo poruchou vodovodního potrubí. Sádrokartonové desky jsou vystaveny účinkům vody po dobu, než dojde k vysušení prostoru, tato doba byla stanovena maximálně na 10 hodin.

U níže popsaných vzorků došlo k ponoření 1 cm ± 1 mm spodní části do vodní lázně a po šedesáti minutách docházelo k zaznamenávání přírůstku hmotnosti. Vzlínavost byla na vzorkách měřena vizuálně pomocí pravítka, kde došlo k měření od spodní hrany vzorku až po viditelnou část vlhkosti. Doba zkoušky jednoho vzorku je 10 hodin.

Zkušební zařízení:

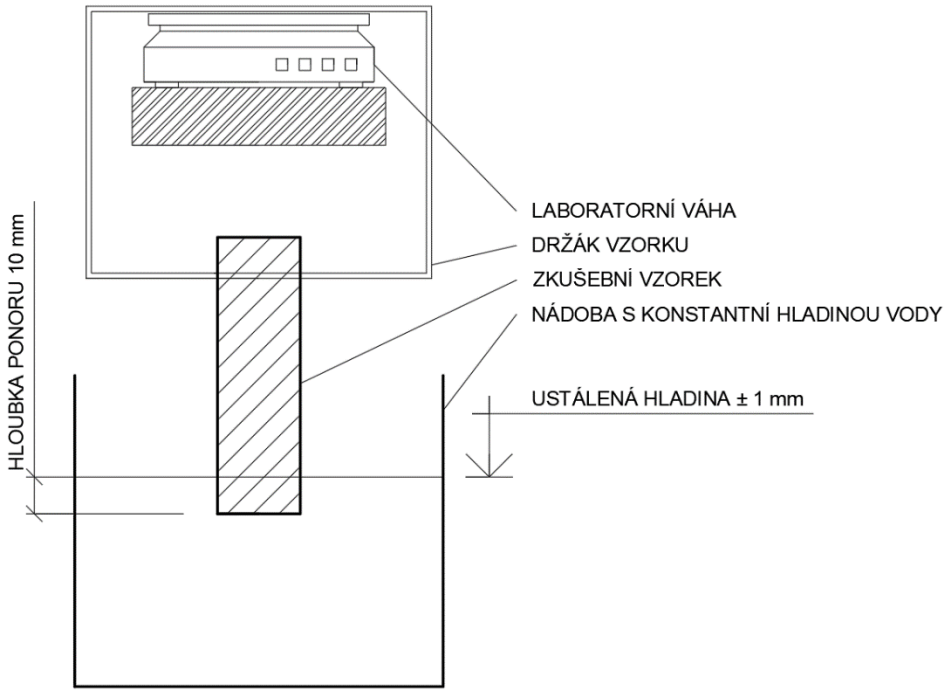
- Váha s přesností měření 0,1 g.
- Měřidlo s přesností 1 mm.
- Nádoba s ustálenou hladinou vody ±1 mm.
- Stopky s přesností měření 1 minuta.
- Klimatizovaná místnost na teplotu (23 ± 2) °C a relativní vlhkostí (50 ± 5) %.

Vzorkování:

Z níže popsaných druhů sádrokartonových desek bylo vybráno z každého typu desky pět vzorků. Celkem bylo tedy zkoušeno 40 vzorků. Vzorky mají tvar kvádru (šířka 7 cm ± 2 mm; výška 30 cm ± 2 mm; tloušťka podle druhu desky). Vzorek byl skladován po dobu jednoto týdne ve zkušební místnosti, aby došlo k ustálení teploty a vlhkosti vzorku. Vzorek byl po stranách navoskován, aby bylo zamezeno šíření vlhkosti těmito plochami a nedošlo k negativnímu ovlivnění zkoušky. Hrana vzorku byla v provedení SK, což znamená volně uříznutá hrana.

Postup zkoušky:

Zkušební těleso se skladuje po dobu jednoho týdne ve zkušební místnosti za teploty (23 ± 2) °C a s relativní vlhkostí (50 ± 5) %. Proběhne změření rozměrů spodní plochy vzorku s přesností na 1 mm. Těleso se zavěsí do držáku váhy a proběhne zvážení suchého vzorku (m_d). Následně se ponoří spodní část vzorku 1 cm ± 1 mm do nádoby s konstantní hladinou vody a zapisuje se každou hodinu po dobu deseti hodin hmotnost vzorku (m_s). V průběhu vážení zároveň dochází k měření výšky, do které voda vyvzlínala s přesností 1 mm.



Obr. 17: Schéma měření hmotnosti v průběhu času [Vytvořeno autorem]

Popis Vzorků:

A1 – A5 Deska Knauf RED Piano 18, HRAK, GKF tl. 18,0 mm

B1 – B5 Deska Knauf RED Piano 15, HRAK, GKF tl. 15,0 mm

C1 – C5 Deska Knauf RED Piano 12,5 HRAK, GKF tl. 12,5 mm

Jedná se o nehořlavé, oheň zpomalující sádrokartonové desky. Vhodné do předsazených stěn, podhledů a stěnových systémů s požadavkem na rozdělení na požární úseky.

D1 – D5 Deska Knauf DIAMANT 12,5 protipožární, impregnovaná, tvrzená deska 12,5 mm

Impregnované desky vhodné do vlhkého prostředí. Desky jsou nehořlavé, vynikají vysokou nosností při zatížení a vysokou mechanickou odolností povrchu.

E1 – E2 Deska Knauf RED GREEN 12,5 HRAK,GKFI tl. 12,5 mm

Deska, která je navržena do prostoru s velmi vysokou vlhkostí vzduchu, jakými mohou být koupelny, sprchy a sociální zařízení. Zároveň deska splňuje požadavky na požární odolnost.

F1 – F5 Deska Knauf GREEN 12,5 HRAK,GKBI tl. 12,5 mm

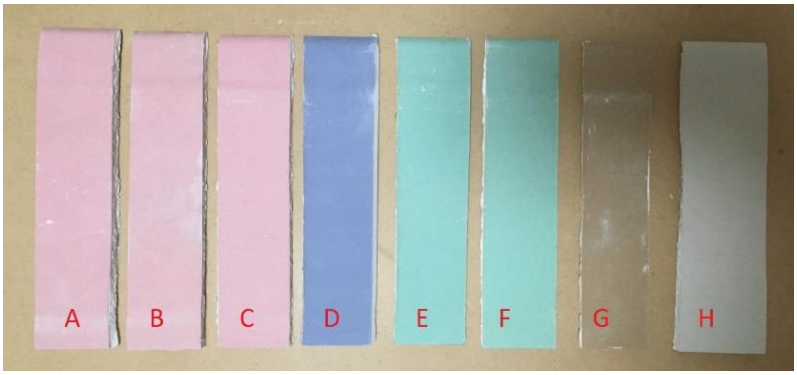
Sádrokartonová deska vhodná do prostředí s vyšší vlhkostí vzduchu, jako předchozí deska RED GREEN, ale deska nesplňuje požadavky na požární odolnost.

G1 – G5 Deska Knauf SILENTBOARD 12,5 zvukově izolační sdk deska tl. 12,5 mm

Z názvu je patrné, že se jedná o desku, která je navržena pro maximální útlum šíření hluku.

H1 – H5 Deska Knauf WHITE 12,5 HRAK,GKB tl. 12,5 mm

Nejběžněji používaná sádrokartonová deska, která se hodí pro obyčejné konstrukce. Relativní vlhkost těchto prostor by neměla překročit hodnotu 65 % při 20 °C. Deska nemá speciální vlastnosti, čemuž odpovídá i cena desek.



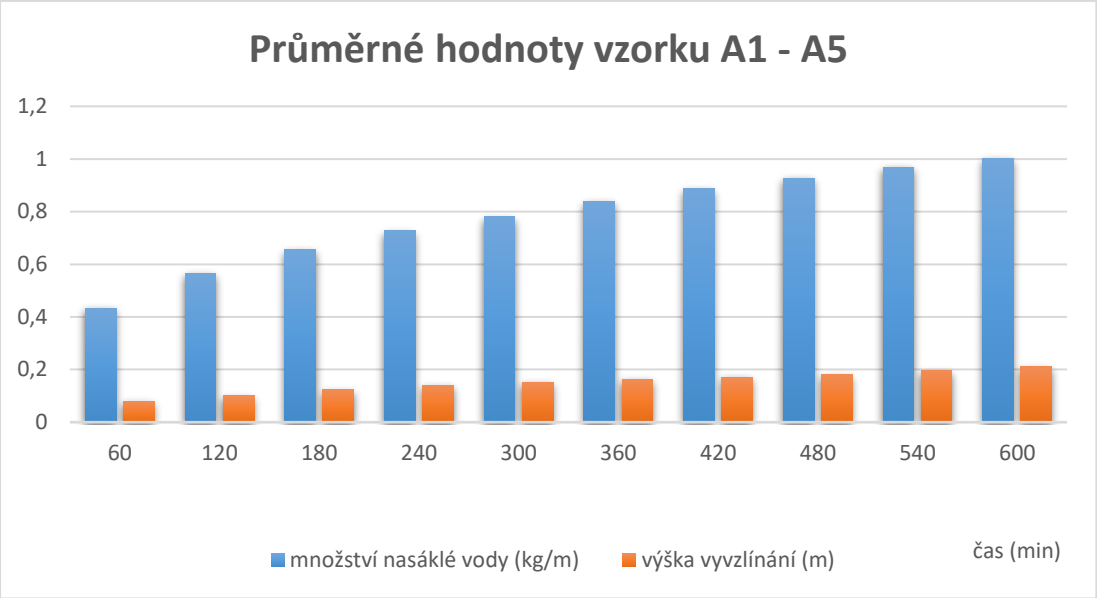
Obr. 18: Zkušební vzorky sádrokartonu [Vytvořeno autorem]

Vyjádření výsledků:

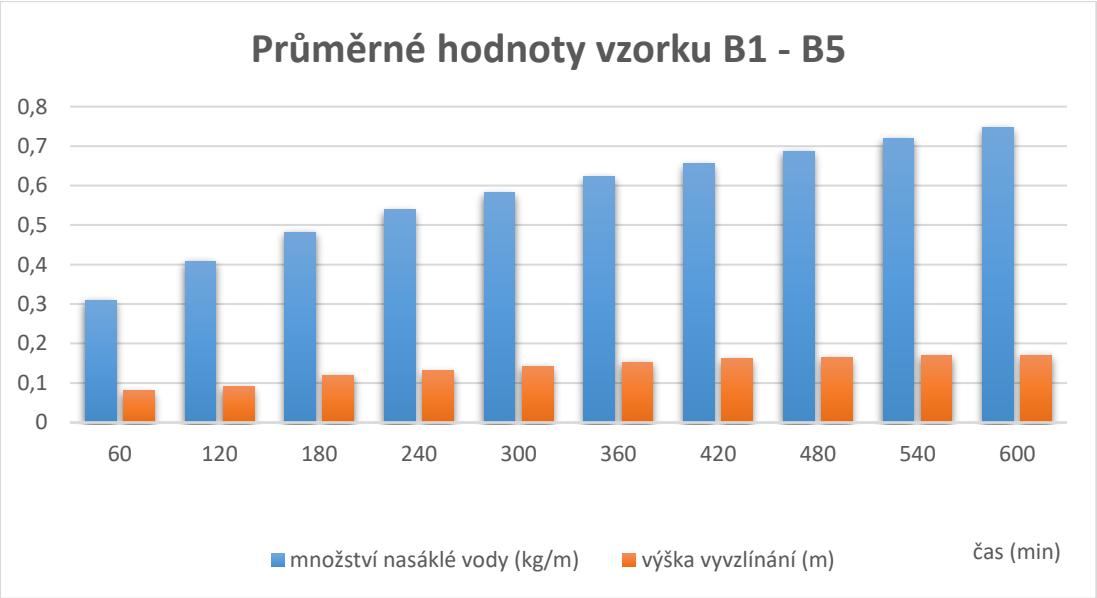
Naměřené hodnoty vyjadřují podíl hmotnostního přírůstku vody v čase na plochu podstavy vzorku. Do grafu jsou zaneseny hmotnostní přírůstky přepočítané na běžný metr podle typu sádrokartonové desky. U vzorků, na kterých je vidět šíření vlhkosti, je dále popsána výška, do které voda vyvzlíná v průběhu času. K měření výšky vyvzlínání nedochází u vzorků, které jsou impregnované a nepřijímají dostatečné množství vody. Impregnované vzorky D, E a F nevykazují v průběhu zkoušek zhoršení mechanických vlastností. Vysoce nasákavé vzorky A, B, G a H bobtnají, papír ztrácí přilnavost k sádrovému jádru a desky jsou velice náchylné na prasknutí způsobené z důvodu manipulace. Ve vzorku H se tvoří zpravidla jedna prasklina. Ve vzorcích A, B, C a G se tvoří prasklin hned několik.

Dle celkového měření jsem dospěl k závěru, že nejdůležitějším faktorem pro zamezení poruch hotových sádrokartonových konstrukcí je rychlé vysušení zasažených sádrokartonových desek. Sádrokartonové příčky by neměly být vystaveny působení spodní vlhkosti déle než 2 hodiny. Příčky provedené z impregnovaných desek by neměly být vystaveny spodní vlhkosti déle než 4 hodiny.

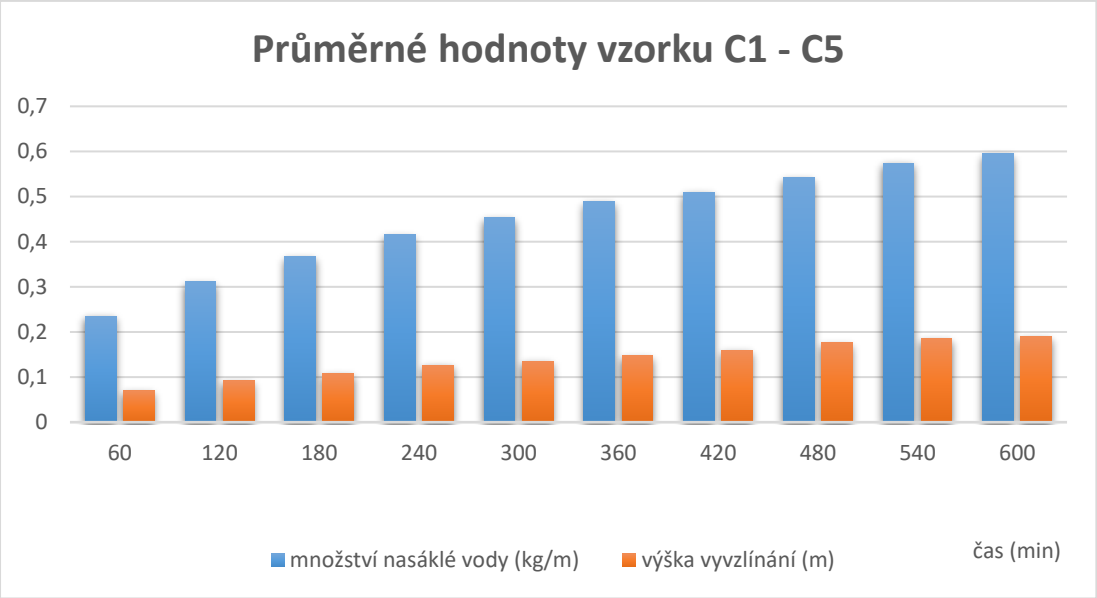
Hlavním problémem je výskyt plísní, kterému se věnuje samostatná kapitola č 2.4.2. Zasažené příčky vodou musí být označeny, následně vyměněny. Je důležité dbát v průběhu realizace, aby stavba byla uzavřena a nedocházelo ke zbytečnému znehodnocení sádrokartonových desek a k nutné výměně.



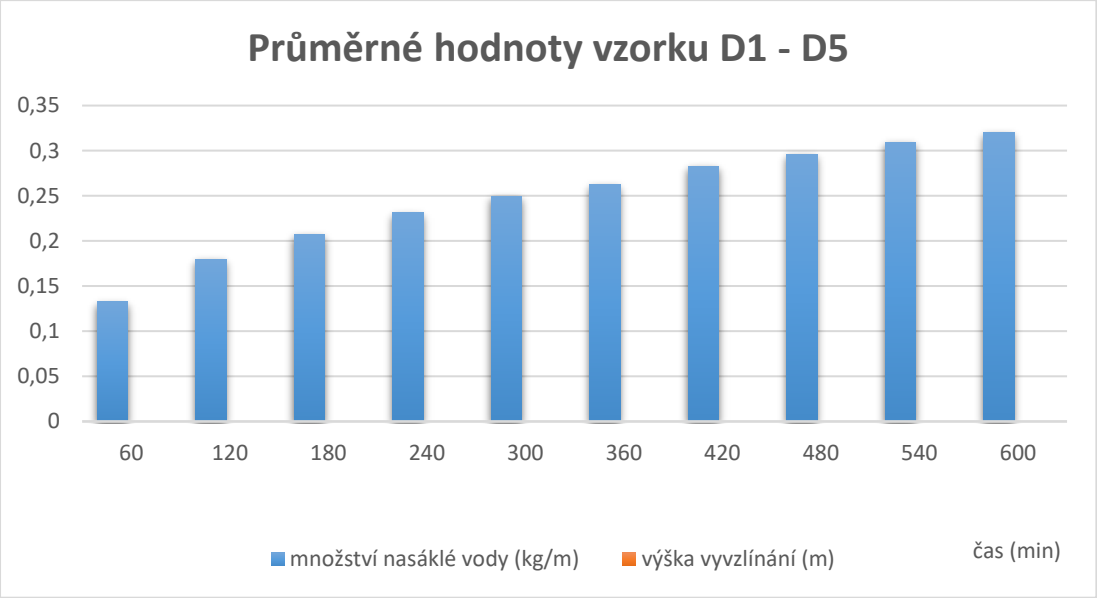
Obr. 19: Grafické znázornění výsledků zkoušených vzorků A1 – A5 [Vytvořeno autorem]



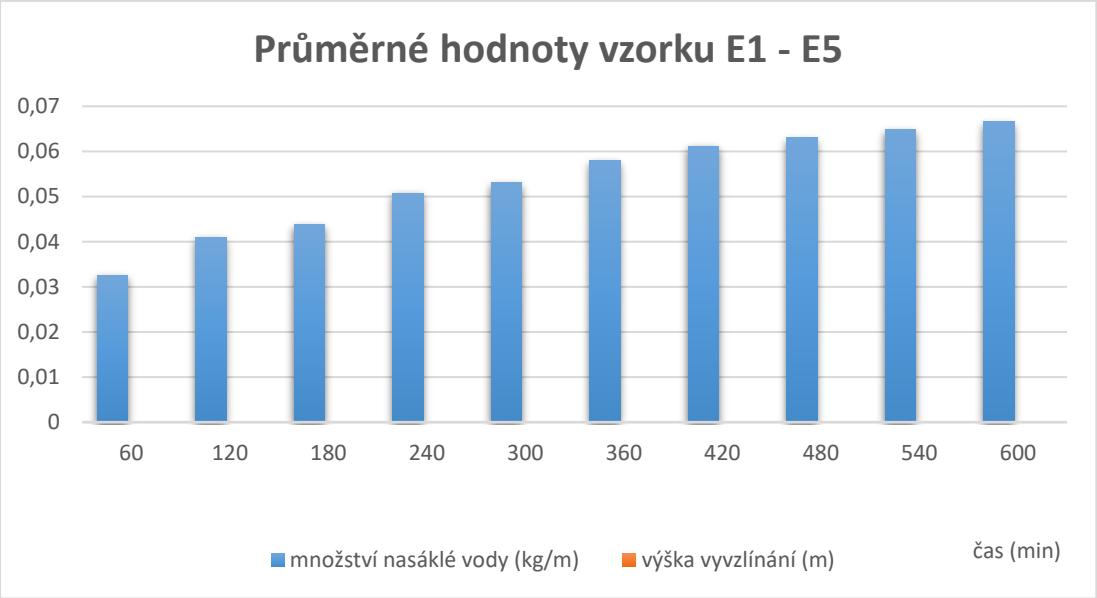
Obr. 20: Grafické znázornění výsledků zkoušených vzorků B1 – B5 [Vytvořeno autorem]



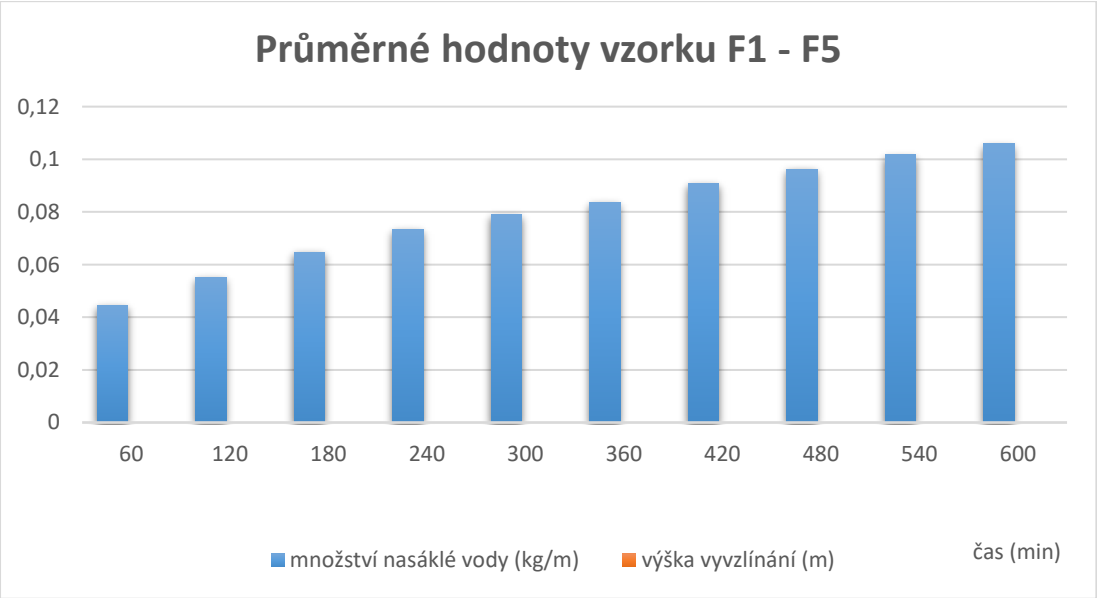
Obr. 21: Grafické znázornění výsledků zkoušených vzorků C1 – C5 [Vytvořeno autorem]



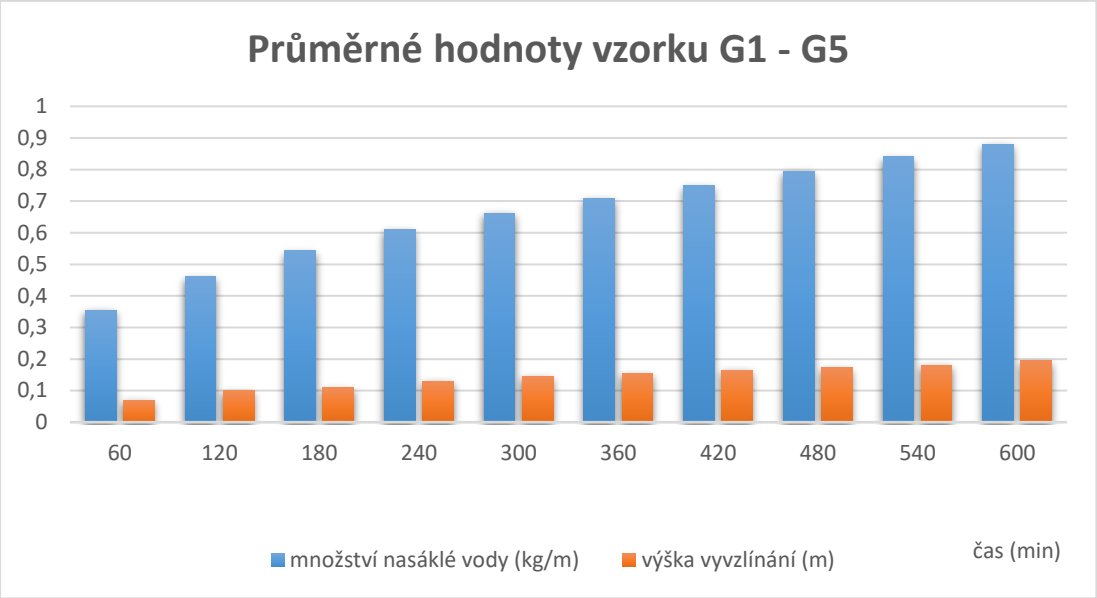
Obr. 22: Grafické znázornění výsledků zkoušených vzorků D1 – D5 [Vytvořeno autorem]



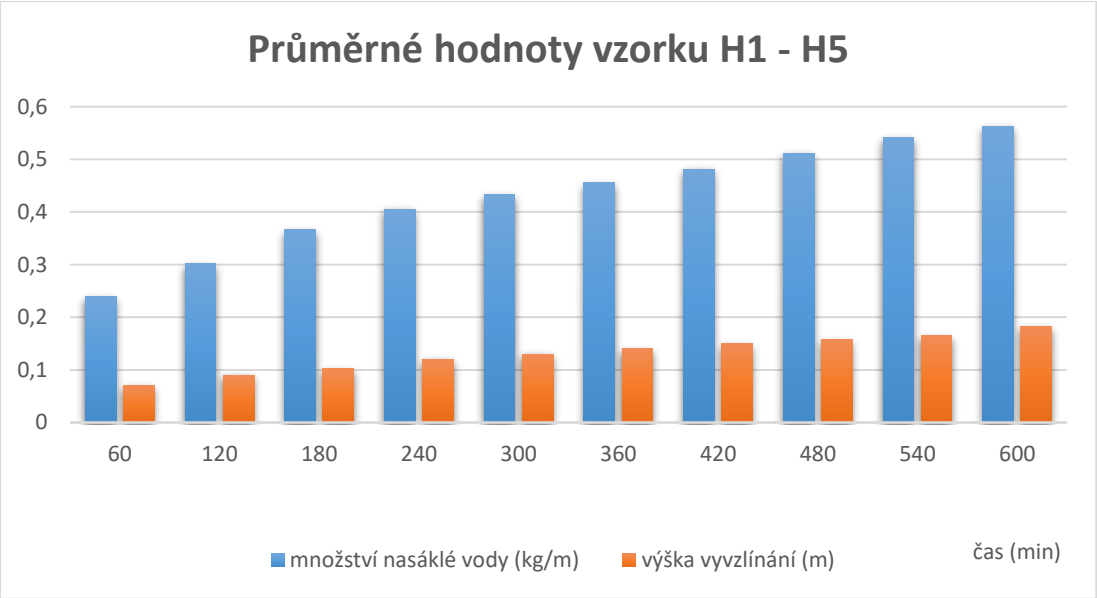
Obr. 23: Grafické znázornění výsledků zkoušených vzorků E1 – E5 [Vytvořeno autorem]



Obr. 24: Grafické znázornění výsledků zkoušených vzorků F1 – F5 [Vytvořeno autorem]



Obr. 25: Grafické znázornění výsledků zkoušených vzorků G1 – G5 [Vytvořeno autorem]



Obr. 26: Grafické znázornění výsledků zkoušených vzorků H1 – H5 [Vytvořeno autorem]

2.4.2 Výskyt plísní na zasaženém sádrokartonu

V praxi se často setkáváme se skupinou mikroskopických vláknitých hub, které se neodborně označují jako plísně. Toto souhrnné nesystémové označení existuje v mnoha jazycích, což je důkaz toho, jaký dopad má tato skupina na lidské zdraví. Mnoho druhů produkuje mykotoxiny, které poškozují játra a ledviny a oslabují imunitní systém. Jejich spory, které se v obrovském množství uvolňují do ovzduší, vyvolávají alergické reakce, které mohou vést až k vážným poruchám dýchacího systému.

Jedná se o souvislý porost, který pokrývá povrch napadeného materiálu. Tyto houby nepatří do říše rostlin ani živočichů. Jejich stavba těla se od rostlin liší absencí zeleného fotosyntetického barviva, chlorofylu. V porovnání s bakteriemi je jejich stavba těla značně složitější. Do říše hub patří více než sto tisíc druhů, které mohou být různě zbarvené.

Ve stavební praxi se setkáváme pouze s malou částí druhů těchto plísní, které se mohou vyskytnout ve vnitřním prostředí nebo dokonce na vnějších fasádách budovy. Houby nemají pouze negativní vliv na lidské zdraví, ale díky kvasinkám je možná výroba piva a některé houby se řadí mezi jedlé delikatesy. Jedním z nejdůležitějších objevů novodobé historie, byl penicilin, což je produkt vřeckovýtrusné houby zvané Štětičkovec (Penicillium). Pro jednotlivé skupiny hub jsou charakteristická různá místa výskytů, mezi které může patřit například výše zmíněné vnitřní prostředí budovy.

Plíseň, jakožto saprofytický organismus, rozkládá organické látky a tím se stává v přírodě nepostradatelná. Procesy způsobující rozklad hmoty jsou naopak ve stavebnictví nežádoucí a mohou mít za následek kolaps celé konstrukce.

Nejdůležitější podmínkou pro život mikroskopických hub je vlhkost. Plísně potřebují k životu dokonce méně vlhkosti než kvasinky a bakterie. V suchém prostředí plísně nevznikají, ale mohou v něm různě dlouhou dobu přežívat rozmnožovací orgány plísní. Růst plísní je ovlivněn vlhkostí okolního vzduchu, obsahem živin v substrátu a především vlhkostí samotného substrátu. Různé podmínky mají za následek různé chování plísní.

Podle vlivu okolí může docházet k rozmnožování plísní, klíčení nebo k samotnému růstu. Každý druh plísní, ale dokonce i jedinec, může mít rozdílné požadavky na prostředí. Z těchto důvodů je velice složité předvídat výskyt těchto plísní. V objektech se nám na zdech objevují různé druhy plísně v závislosti na výskytu zvýšené vlhkosti. Záleží, jestli dochází k pozvolnému zvlhčování materiálu v důsledku nevhodného užívání prostoru, nebo je zvlhnutí konstrukce způsobeno náhlým zatopením v průběhu havárie. Nevhodným užíváním prostoru je myšleno zejména špatné větrání utěsněných místností určených pro pobyt osob. K růstu plísní je důležitá vysoká relativní vlhkost vzduchu, naopak pro rozmnožování plísním vyhovuje suché počasí s vysokým prouděním vzduchu.

Dalším požadavkem pro růst plísní je optimální teplota. Nejoptimálnější teplota se pohybuje mezi 18 a 28 °C, ale plísně mohou růst i při teplotách výrazně nižších nebo vyšších. Některým plísním vyhovují i teploty kolem bodu mrazu. Plísně, se kterými se setkáváme ve větší míře v bytech, jsou schopné žít v teplotách kolem 4 až 9 °C. Jedná se o plísně, které se vyskytují i na potravinách a můžeme je objevit i v lednici.

Opačně se můžeme setkat i s plísněmi termotolerantními, kterým vyhovuje teplota kolem 40 °C. Jedná se o plísně, které způsobují zdravotní potíže lidem a vyhovuje jim teplota lidského těla 37°C. Účinná teplota pro likvidaci plísně se pohybuje kolem hodnoty 70 °C.

Plísně jsou aerobní organismy, které pro svůj růst potřebují kyslík. To je důvodem, proč plísně rostou nejčastěji na povrchu napadeného materiálu. Dalším faktorem pro optimální růst plísní je pH prostředí, které je pro plísně vhodné mírně kyselé až neutrální. Většina plísní nedokáže přežít v zásaditém prostředí. Ve stavebnictví je tento poznatek široce využíván a výrobky se ošetřují tak, aby byly zásadité a neumožnovali tedy vznik plísní.

Člověk si v průběhu vývoje na inhalaci spor plísní zvykl. Prakticky neustále dochází ke kontaktu lidského organismu s plísní a u většiny případů nedochází ke zhoršení zdravotního stavu. Bohužel v poslední době dochází stále častěji ke kontaktu s vyšší koncentrací plísní, což má za následek alergie a respirační onemocnění. Negativní vliv plísní na onemocnění plic byl popsán

již v roce 1856. Dokonce je u některých druhů plísní prokázáno i karcinogenní působení na lidský organismus. O vlivu na lidské zdraví rozhoduje schopnost plísně způsobit onemocnění, schopnost obrany jednotlivce a koncentrace mikroorganismu.

Ve vnitřním prostředí budov se s plísněmi setkáváme z důvodu výskytu v ovzduší ve venkovním prostředí. Do interiéru se plísně dostávají nejčastěji z důvodu větrání, infiltrace nebo jsou zaneseny často do objektu samotnými lidmi. Spory plísní sedimentují na pevné povrchy přímo z ovzduší. Renovace a úklid interiéru jsou hlavním způsobem, jak dostat plísně z objektu.

Pro vyklíčení sporů je důležité mikroprostředí s kyslíkem, živiny, optimální teplota a vlhkost. Z důvodu splnění prvních tří podmínek pro život plísní ve všech obytných místnostech, je následně základní podmínkou pro růst plísní především vlhkost.

Pro všechny typy povrchů se provádí stejné vyšetřování. Pomocí odběrového tampónu nebo seškrábnutím povrchu do sterilních vialek se provedou odběry. Mikroskopicky je následně určen přesný druh plísní. Zkušební laboratoř následně provede hodnocení výsledků.

Z pravidla platí, že právě zvýšená vlhkost má za následek tvorbu plísní na stavebních materiálech. Vlhkost se nejčastěji projevuje v důsledku nevhodného užívání obytného prostředí, stavební závady, havárie nebo kombinací těchto příčin.

Mezi nejsnadněji řešitelné případy z hlediska následného růstu plísní je havárie v objektu. Havárie jsou nejčastěji způsobené prasknutím kanalizačního nebo vodovodního potrubí. V rámci vyhodnocení nejčastějších vad během provádění bylo zjištěno časté vytopení příček z důvodu špatného uzavření stavby. Mezi stavební závady patří špatně odizolované zdivo proti šíření vlhkosti a dlouhotrvající pronikání dešťové vody do objektu. Zejména šíření vlhkosti spodní částí stavby může být doprovázeno tvorbou solných výkvětů. Nejčastěji se vyskytující příčinou plísní jsou plísně spojené s nevhodným užíváním bytů a domů. Plísně jsou zapříčiněny tvorbou většího množství vzdušné vlhkosti než se z místnosti odvětrá. Příčiny jsou nejčastěji způsobeny špatným větráním, vytápěním pouze některých místností

a sušením prádla. Příklad výskytu plísně na sádrokartonové konstrukci zasažené vytopením je patrný na obrázku č. 27. [16] [17]

Obr. č. 27: Výskyt plísně na vytopené sádrokartonové desce [Vytvořeno autorem]

2.4.3 Nejefektivnější oprava příčky

V následující kapitole je popsaný postup nejefektivnější výměny poškozených sádrokartonových příček. Postup je zaměřen na výměnu poškozených sádrokartonových desek, které se nacházely v prostoru vytopeném vodou a musí být proto vyměněny. Pro ukázku je zvolen postup výměny u příčky se svislým kladením desek, dvojitým rastrem a dvojitým opláštěním. Spodní část příčky by měla být odstraněna do výšky 0,8 m.

- Vyznačení znehodnocených desek.
- Zajištění stavby proti opětovnému vytopení.
- Sundání vnějšího záklopu, lze použít neporušenou horní část desky během opravy.
- Demontáž prvního sádrokartonového záklopu.
- Zajištění izolace proti sesypání a následné odříznutí znehodnocené části.
- Vysušení a očištění profilů.
- Kontrola funkčnosti rozvodů.
- Zaklopení novými sádrokartonovými deskami.

ZÁVĚR

První část diplomové práce se zabývá vlastnostmi sádry, která je nejzákladnější surovinou pro výrobu sádrokartonových desek. Práce pojednává nejen o současném využití sádry ve stavebnictví, ale popisuje využití této suroviny v průběhu celé historie staveb. Je zde popsána samotná výroba sádrokartonových desek a pro pochopení správné montáže jsou shrnuty samostatné prvky sádrokartonových konstrukcí.

V praktické části jsou popsány nejčastěji se vyskytující závady během realizace svislých sádrokartonových konstrukcí. Všechny tyto vady byly zjištěny v průběhu přebírání provedených prací před zakrytím konstrukce a v průběhu kontroly stavby. Následně byly zjištěné vady zaznamenány do databáze. Data byla posbírána v průběhu realizace kongresového centra, bytového domu a dvou domů rodinných. Závady byly následně rozděleny do tří skupin podle původu vzniku. Mezi nejčastěji projevené závady patří závady způsobené během montáže s četností 80,6 %. S podílem 14,4 % se v databázi vyskytují vady způsobené špatnou koordinací. Nejnižší podíl vad s 5,0 % tvoří vady způsobené chybou v projektové dokumentaci. Díky tomuto roztřídění je možné těmto vadám při provádění budoucích konstrukcí předcházet.

Práce se dále zaměřuje na časté vytopení sádrokartonových konstrukcí. K vytopení sádrokartonových konstrukcí může dojít z důvodu havárie vodovodního potrubí. Častěji však k tomu dochází zejména při provádění rekonstrukcí, kde je příčinou špatná koordinace na stavbě. Vliv působení vody byl modelován na osmi typech sádrokartonových desek. Vzorky byly ponořeny do nádoby s ustálenou hladinou vody. Pro navození nejméně příznivého stavu byla zvolena kolmá, řezaná hrana, kterou výrobci značí SK. Množství nasáklé vody se u impregnovaných desek po časovém úseku deseti hodin pohybuje v rozmezí od 0,06 až 0,1 kg · m^{-1}. Nejhůře dopadly desky protipožární a akustické, které jsou schopné za deset hodin nasáknout až 1,0 kg · m^{-1} vody. Nejběžněji používaná deska bez speciálních vlastností pro běžné konstrukce nasákla po deseti hodinách 0,55 kg · m^{-1}. V průběhu laboratorních zkoušek bylo zjištěno, že se

mechanické vlastnosti výrazně nemění, a že při vyschnutí vzorku po 28 dnech sádrokarton nejeví známky znehodnocení.

Nežádoucím poškozením vytopených sádrokartonových konstrukcí se jeví možnost výskytu plísní. Tyto houby negativně ovlivňují lidské zdraví. Plísně se nejčastěji vyskytují při teplotě od 18 do 28 °C, dále potřebují vysokou vlhkost, kyslík a živiny. Z poznatků vyplývá důležitost provádění sádrokartonových konstrukcí v uzavřené stavbě za optimálních klimatických podmínek a dodržování veškerých technologických předpisů.

3 ZDROJE A POUŽITÁ LITERATURA

3.1 Použitá literatura

[1]. **Nyč, Miroslav.** *Sádrokarton.* Praha : Grada, 2005. ISBN 80-247-0986-4.

[2]. **Černý, Robert, Rovnaníková, Pavla a Keršner, Zbyněk.** *Vlastnosti modifikované sádry.* Brno : Vysoké učení technické v Brně, 2009. ISBN 978-80-214-3988-7.

[3]. **Nyč, Miroslav.** *Sádrokarton: stavby a rekonstrukce.* Praha : Ikar, 2001. ISBN 978-80-247-9028-2.

[4]. **Šlachtová, Hana.** *Suché stavby: konstrukce ze sádrokartonových a sádrovláknitých desek.* Praha : BEN - technická literatura, 2005. ISBN 80-7300-160-8..

[5]. estav. [Online] [Citace: 17. prosinec 2018.] https://www.estav.cz/cz/6178.jak-se-vyrabi-sadrokarton-u-melnika.

[6]. **Svoboda, Luboš.** *Stavební hmoty.* Bratislava : Jaga, 2007. ISBN 978-80-8076-057-1.

[7]. **(723611), ČSN EN 520 +A1.** *Sádrokartonové desky - Definice, požadavky a zkušební metody.*

[8]. **Feirer, John Louis a Hutchings, Gilbert R.** *Carpentry and building construction.* Encino, CA : Bennett & McKnight, c1986. ISBN 0-02-667390-8.

[9]. **Hanzelín, Pavel.** Všeobecné zásady pro používání sádrokartonových desek RIGIPS. *tepelna izolace.* [Online] [Citace: 5. 11 2018.] http://www.tepelna-izolace.cz/vseobecne-zasady-pro-pouzivani-sadrokartonovych-desek-rigips-dil-2.html.

[10]. **Dědek, Miloň a Vošický, František.** *Stavební materiály pro 1. ročník SPŠ stavebních.* Praha : Sobotáles, 2002. ISBN 80-85920-90-5.

[11]. **Gašparík, Jozef a Gašparík, Marián.** *Systém manažérstva kvality.* Brno : Tribun EU, 2016. ISBN 978-80-263-1125-6.

[12]. Systém tmelení. *Knauf.* [Online] [Citace: 2. 10 2018.] http://www.knauf.cz/file/2874-151225-systemy-tmeleni-q1-q4-final.pdf.

[13]. **Skulinová, Darja a Halířová, Marcela.** *Suchá výstavba ze sádrokartonu.* Brno : ERA, 2007. ISBN 978-80-7366-080-2.

[14]. **Hájek, Petr.** *Pozemní stavitelství pro 1. ročník SPŠ stavebních.* Praha : Sobotáles, 2005. ISBN 80-86817-12-1.

[15]. Vyhláška č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby.

[16]. **Klánová, Kateřina.** *Plísně v domě a bytě: odstraňování a prevence.* Praha : Grada, 2013. ISBN 978-80-247-4790-3.

[17]. **Malíř, František a Ostrý, Vladimír.** *Vláknité mikromycety (plísně), mykotoxiny a zdraví člověka.* Brno : Národní centrum ošetřovatelství a nelékařských zdravotnických oborů, 2003. ISBN 80-7013-395-3.

3.2 Seznam obrázků

Obr. 1: Získávání energosádrovce v tepelné elektrárně [5] 14

Obr. 2: Výroba sádrokartonové desky [5] 15

Obr. č. 3: Dělení sádrových pojiv podle EN [7] 19

Obr. 4: Kolmá hrana [7] 21

Obr. 5: Zkosená hrana [7] 21

Obr. 6: Snížená hrana [7] 21

Obr. 7: Polokulatá hrana [7] 21

Obr. 8: Polokulatá snížená hrana [7] 21

Obr. 9: Kulatá hrana [7] 22

Obr. 10: Nevhodné skladování desek na paletě [Vytvořeno autorem] 26

Obr. 11: Vozík pro přepravu desek po stavbě [Vytvořeno autorem] 27

Obr. č. 12: Správné zapuštění hlavy šroubu v sádrokartonové desce [9] 30

Obr. č. 13: Příklad systému tmelení kvality Q1 a Q2 [12] 34

Obr. č. 14: Příklad systému tmelení kvality Q2 a Q4 [12] 35

Obr. 15: Nosná konstrukce závěsného WC kotvena na UA profily s výdřevami na montáž opěr pro bezbariérové použití [Vytvořeno autorem] 37

Obr. 16: Grafické znázornění procentuálního podílu vyhodnocených vad [Vytvořeno autorem] 47

Obr. 17: Schéma měření hmotnosti v průběhu času [Vytvořeno autorem] 52

Obr. 18: Zkušební vzorky sádrokartonu [Vytvořeno autorem] 54

Obr. 19: Grafické znázornění výsledků zkoušených vzorků A1 – A5 [Vytvořeno autorem] 55

Obr. 20: Grafické znázornění výsledků zkoušených vzorků B1 – B5 [Vytvořeno autorem] 55

Obr. 21: Grafické znázornění výsledků zkoušených vzorků C1 – C5 [Vytvořeno autorem] 56

Obr. 22: Grafické znázornění výsledků zkoušených vzorků D1 – D5 [Vytvořeno autorem] 56

Obr. 23: Grafické znázornění výsledků zkoušených vzorků E1 – E5 [Vytvořeno autorem] 57

Obr. 24: Grafické znázornění výsledků zkoušených vzorků F1 – F5 [Vytvořeno autorem] 57

Obr. 25: Grafické znázornění výsledků zkoušených vzorků G1 – G5 [Vytvořeno autorem] 58

Obr. 26: Grafické znázornění výsledků zkoušených vzorků H1 – H5 [Vytvořeno autorem] 58

Obr. č. 27: Výskyt plísně na vytopené sádrokartonové desce [Vytvořeno autorem] 62

3.3 Seznam tabulek

Tab. č. 1: Vliv vlhkosti na pevnost sádry [6]..... 17

Tab. č. 2: Vliv vodního součinitele na pevnost zatvrdlé sádry [6] 18

Tab. č. 3: Porovnání značení hran desky normou EN 520 a značení používáno výrobci [Vytvořeno autorem] 22

Tab. č. 4: Značky a zkratky požadavků [7] 23

Tab. č. 5: časová náročnost konstrukcí [1] 40

Tab. č. 6: Četnost vad zjištěných během realizace [Vytvořeno autorem] 46