

**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ
FAKULTA STAVEBNÍ
Katedra technologie staveb**



**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
Srovnání suché a mokré výstavby
bytového objektu**

Dominik Havlůj

2017

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Václav Pospíchal, Ph.D.

Čestné prohlášení

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

V Praze dne 21.5. 2017

.....

Jméno a příjmení

Poděkování

Rád bych poděkoval svému vedoucímu bakalářské práce panu Ing. Václavu Pospíchalovi, Ph.D. za veškerou pomoc při zpracovávání této problematiky.

Dále bych chtěl poděkovat týmu firmy Fermacell Gmbh za cenné rady a podklady, firmě Projekt – X, s.r.o. za poskytnutí dokumentace projektu a své rodině za podporu a trpělivost.



ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: <u>Havlůj</u>	Jméno: <u>Dominik</u>	Osobní číslo: <u>410776</u>
Zadávající katedra: <u>Technologie staveb</u>		
Studijní program: <u>Stavební inženýrství</u>		
Studijní obor: <u>Příprava, realizace a provoz staveb</u>		

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce: <u>Srovnání suché a mokré výstavby bytového objektu</u>	
Název bakalářské práce anglicky: <u>A comparison between wet and dry construction of an apartment complex</u>	
Pokyny pro vypracování: - Seznámení s vybranými porovávanými technologiemi (suchá/mokrý cesta) spolu s jejich výhodami a nevýhodami (příčky, hrubé podlahy) - Zhodnocení vlastností suchého a mokrého procesu pro podlahy a příčky. - Srovnání kvalitativních vlastností anhydritových podlah se suchými podlahami fermacell a zděných příček z cihel porotherm se sádrovláknitými příčkami z tepelného, akustického, cenového, časového a protipožárního hlediska	
Seznam doporučené literatury: katalogy firmy Fermacell: Podlahové systémy, fermacell 2015 Požární a akustický katalog, fermacell 2016 skripta Kaňka: Akustika budov, ČVUT 2007 KUPILIK Václav. Konstrukce pozemních staveb - Požární bezpečnost staveb. ČVUT v Praze 2009. 195 s. ISBN 978-80-01-04291-5. Kulhánek F.: Stavební fyzika 2 – Stavební tepelná technika, ČVUT Praha 2009 Pánek J., Rojik V., Krňanský J.: Technicko-fyzikální analýza staveb, skripta ČVUT Praha, 1989	
Jméno vedoucího bakalářské práce: <u>Ing. Václav Pospichal, Ph.D.</u>	
Datum zadání bakalářské práce: <u>23.2.2017</u>	Termín odevzdání bakalářské práce: <u>28.5.2017</u> <i>Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku</i>
_____ Podpis vedoucího práce	_____ Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat bakalářskou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v bakalářské 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“.

_____ Datum převzetí zadání	_____ Podpis studenta(ky)
--------------------------------	------------------------------

Srovnání suché a mokré výstavby bytového objektu

**A comparison between wet and dry
construction of an apartment
complex**

Anotace

Bakalářská práce se zaměřuje na problematiku suchých a mokrých procesů ve stavebnictví. Konkrétně na srovnání nenosných stěnových konstrukcí z cihelných bloků s konstrukcemi montovanými a těžkých plovoucích podlah s podlahami lehkými. K původně navrženým skladbám byly vytvořeny alternativy, které splňují požadavky norem. Byly vybrány konkrétní firmy a jejich produkty srovnány v daných kritériích.

Klíčová slova

Suchá výstavba, mokrá výstavba, Wienerberger, Fermacell, Rigips, nenosné dělicí konstrukce, podlahové konstrukce

Annotation

The goal of this bachelor thesis is to analyze wet and dry constructions in civil engineering. Specifically, a comparison between non-load-bearing wall structures made of bricks with assembled structures and heavy floating floor constructions with light floor constructions. Along with the originally designed floor compositions alternatives meeting industry standards have been created. A thorough comparison of different products from selected companies has been worked out.

Key words

Dry construction, Wet construction, Wienerberger, Fermacell, Rigips, non-porous partition structures, flooring systems

Obsah

Úvod.....	9
1. Cíl.....	10
2. Srovnání vybraných technologií pro výstavbu bytového domu.....	11
2.1 Suchá výstavba.....	11
2.1.1 Vývoj suché výstavby.....	11
2.1.2 Technologie systému fermacell.....	11
2.1.3 Kvalitativní vlastnosti prvků fermacell.....	13
2.1.4 Montáž prvků fermacell.....	14
2.1.5 Technologie systému Rigips.....	16
2.1.6 Kvalitativní vlastnosti prvků Rigips.....	16
2.1.7 Montáž prvků Rigips.....	17
2.2 Mokrý výstavba.....	19
2.2.1 Vývoj cihly.....	19
2.2.2 Technologie cihel Porotherm.....	20
2.2.3 Kvalitativní vlastnosti cihel Porotherm.....	20
2.2.4 Montáž prvků Porotherm.....	22
2.2.5 Technologie litých anhydritových podlah.....	24
2.2.6 Kvalitativní vlastnosti litých anhydritových podlah.....	24
2.2.7 Provádění anhydritové podlahy.....	25
2.3 Konstrukce typického podlaží bytového objektu.....	27
2.3.1 Půdorys typického podlaží.....	27
2.3.2 Srovnání svislých konstrukcí typického podlaží.....	28
2.3.3 Zhodnocení svislých konstrukcí typického podlaží.....	33
2.3.3.1 Hmotnost.....	33
2.3.3.2 Náklady.....	34
2.3.3.3 Doba montáže.....	34
2.3.3.4 Zisk prostoru.....	34
2.3.3.5 Vzduchová neprůzvučnost.....	34
2.3.3.6 Požární odolnost.....	35
2.3.4 Srovnání vodorovných konstrukcí typického podlaží.....	35
2.3.4.1 Původní (mokrý) skladby.....	35
2.3.4.2 Nově navržené (suché) skladby.....	39
2.3.5 Zhodnocení vodorovných konstrukcí typického podlaží.....	46
2.3.5.1 Hmotnost.....	47
2.3.5.2 Náklady.....	48
2.3.5.3 Doba montáže.....	48
Závěr.....	51
Citovaná literatura.....	54
Seznam tabulek.....	55
Seznam obrázků.....	56

Úvod

Na Českém trhu pomalu začínají tradiční zdící prvky a mokré procesy doplňovat technologie, které do okolních konstrukcí nevnášejí vlhkost. Jedná se o materiály na bázi dřeva. V obou případech existuje mnoho výrobců a značek. Pro své srovnání jsem si vybral původně zděný bytový dům z cihel Porotherm a anhydritových podlah. Nahrazeny budou dělicí vnitřní nenosné konstrukce a podlahové konstrukce v typickém podlaží systémy od firem Fermacell a Rigips.

Téma práce jsem zvolil s ohledem na častou diskuzi mezi těmito technologiemi a většinou nevědomost o suchých procesech – především v podlahách. Hlavním přínosem je odhalení výhod a nevýhod obou procesů, jenž může být podkladem pro budoucí rozhodování potencionálních stavebníků.

V České republice je zatím procento suché výstavby velmi nízké. Hodně lidí se stále přiklání k tradiční mokré cestě výstavby, i když moderní způsoby skrývají velké množství předností a výhod.

1. Cíl

Cílem této práce bude porovnání tradičně používané technologie výstavby – anhydritové podlahy a zděné dělicí konstrukce s méně známým postupem suché skladby podlahy, sádrovláknitými a sádrokartonovými příčkami.

V první řadě budete stručně seznámeni s historií suché výstavby i cihel a se všemi třemi technologiemi spolu s jejich základními vlastnostmi a výrobky.

Budou zhodnoceny výhody a nevýhody obou technologií a na základě těchto skutečností budou vypsány důvody pro a proti výběru dané možnosti výstavby.

V neposlední řadě budou zhodnoceny konkrétní vlastnosti a parametry konstrukcí.

V závěru práce budou zrekapitulovány všechny hodnoty na základě daných kritérií a srovnány v jedné tabulce.

2. Srovnání vybraných technologií pro výstavbu bytového domu

2.1 Suchá výstavba

2.1.1 Vývoj suché výstavby

První krok vývoje suché výstavby započal roku 1894 v USA. Jejím představitelem byl Augustine Sackett, který si nechal udělat patent na desky se sádrovým jádrem obaleným papírovým kartonem, určených pro obložení stěn a stropů. Po 1. světové válce došlo k velkému rozšíření této stavební suroviny, zejména v USA. V Evropě se tento materiál začal prosazovat kolem 60. let 20. století díky potřebě výstavby bytových jednotek ve velmi krátkém časovém horizontu.

V dnešní době v systémech suché výstavby převládá zejména obyčejný sádrokarton díky jeho lepší cenové dostupnosti, a ne tak velkým nárokům investorů. S přihlédnutím na požadavky konstrukce (vlhkost, požární odolnost, akustika) existuje mnoho druhů desek. Bílé desky jsou obyčejné, používají se zejména na konstrukce stěn. Zelené desky se používají ve vlhkých prostorech. Povrch mají impregnovaný. Modrý sádrokarton je znám jako akustický a používá se při potřebě zlepšit vzduchovou neprůzvučnost podhledů či stěn (předsazená stěna). Posledním speciálním sádrokartonem je červený. Ten je označován jako protipožární a využívá se také zejména u podhledů.

Sádrovláknité desky se začaly objevovat v 80. letech 20. století díky jejich vyšší pevnosti, statické zatížitelnosti, požární odolnosti a lepší zvukové izolaci. (1)

2.1.2 Technologie systému fermacell

Fermacell se zaměřuje na výrobu sádrovláknitých a cementovláknitých produktů. Markantní rozdíl mezi sádrovláknitou a sádrokartonovou deskou tkví ve výrobě. Sádrovlákno je kompozitní materiál, který se od sádrokartonu liší svou strukturou. Sádra spolu s papírovými vlákny vytvoří homogenní směs, která se pod vysokým tlakem stlačí na pevné desky. Díky této technologii dosahuje sádrovláknitá deska mnohem lepších vlastností než samotný sádrokarton. Mají vyšší pevnost, kvůli vázané vodě i lepší požární

odolnost. Pro vysokou objemovou hmotnost dosahují lepších akustických hodnot.

Tyto desky se používají v podhledech a u stěn jak nosných, tak nenosných – příček, předstěn. Sádroláknité desky fermacell greenline jsou speciálně upravené desky, které mají čistící účinek na vzduch ve vnitřním prostředí. Dalším sádroláknitým prvkem je fermacell Vapor. Tato deska je opatřená z jedné strany parobrzdnou vrstvou.

Fermacell nabízí i desky na bázi cementu – Powerpanel HD či H₂O. Tyto desky jsou vhodné do prostor zatížených vodou (bazény). Dají se také použít jako venkovní obložení fasád či obvodových konstrukcí.

Na protipožární řešení má tato firma ve svém sortimentu desky Firepanel A1 či Aestuver, které jsou opatřeny nehořlavými vlákny. Používají se zejména na opláštění ocelových konstrukcí sloupů a nosníků, na ochranu stropů a stěn, či jako deska speciálních konstrukcí. (2)

Sádroláknité desky fermacell mají ale i jiné využití. Z výroby k sobě slepené dvě desky tvoří tzv. podlahový prvek, který se využívá jako roznášecí deska pro suchou podlahu. Spolu s voštinovým systémem a vyrovnávacím podsypem tvoří systémové řešení fermacell pro skladbu podlahy.

Voštinový systém se skládá z podlahové voštiny, která je vytvořena z kartonu a zásypu, který tvoří speciální suchý granulát vysoké objemové hmotnosti (1500 kg/m³). Používá se zejména u dřevěných stropů, kde slouží jako nutné přitížení. Tím se zamezuje chvění, vibracím a zlepšuje se celková akustika konstrukce.

Vyrovnávací podsyp se používá, jak je již z názvu patrné, pro vyrovnání konstrukce stropu. Dá se říci, že se jedná o drcený Ytong. Malé ostrohrany se do sebe při zatížení zaklesnou, a tím se vytvoří těžko stlačitelná vrstva. Podsyp se může sypat v minimální výšce 10 mm a maximální 100 mm. Maximální sypná výška se snižuje se stoupajícím zatížením, nebo při vyšším nároku na průhyb stopu. Speciálně u nášlapné vrstvy, jako je například velkoformátová dlažba.

Samotné podlahové prvky se pokládají volně pod nášlapnou vrstvu. Fermacell nabízí více druhů. Sádroláknité, které můžou mít nakaširovanou kročejovou, nebo tepelnou izolaci. Prvky mají tloušťku od 20 do 50 mm.

Nakaširovaná izolace může být formou dřevovláknna, minerálu, filcu nebo obyčejného EPS. Dle spodní vrstvy mají prvky lepší tepelně izolační vlastnosti a případně i akustické hodnoty. Vyrábí se ve formátu 1500x500 mm. Dalším druhem jsou cementovláknité podlahové prvky. Mají označení Powerpanel TE. Jedná se především o desky pro vlhké prostory přímo zatěžované vodou, jakou jsou například bezbariérové sprchy. Systém Powerpanel TE nabízí také sprchové elementy.

Podlaha z prvků fermacell je pochozí ihned po pokládce a druhý den je možné pokládat finální nášlapné vrstvy. Je plně zatížitelná. (3)

2.1.3 Kvalitativní vlastnosti prvků fermacell

Fermacell neudává všechny stavební hodnoty pro jednotlivou desku. V níže přiložené tabulce jsou materiálové charakteristiky sádrovláknité desky. Hodnoty, které jsou hlavním kritériem této práce, budou uvedeny u srovnání konkrétních konstrukcí – podlah a stěn.

Tabulka 1: Charakteristické hodnoty SVD

		SVD fermacell 12,5 mm
Hustota*	[kg/m ³]	1150 ± 50
Pevnost v ohybu*	[Mpa]	6
Pevnost v tlaku*	[Mpa]	11,7
Nasákavost (bobtnání)*	[%]	<2
Třída reakce na oheň*		A2 – s1 d0
Součinitel difuzního odporu*		13
Tepelná vodivost*	[W/(m*K)]	0,32
Ceníková cena (za m ²)*	[Kč]	162

*Hodnoty převzaty z katalogů (2) a ceníku (4) firmy Fermacell

2.1.4 Montáž prvků fermacell

S materiály fermacell se zachází jako s ostatními materiály na bázi sádry. Stěny jsou tvořeny nosnou konstrukcí (kov, dřevo), na kterou se kotví jednotlivé desky. Prostor mezi nimi může i nemusí být vyplněn izolací. Jako kotvicí prostředky se nejvíce používají sponky, dá se využít i šroubů. Spárování se dá provést celkem třemi způsoby. Spoj na sraz, lepení a tmelení. Spoj na sraz má nevýhodu v tom, že neumožní deskám dilatovat.

Ukázka montáže stěny fermacell:

Obrázek 1: Montáž stěny s deskami fermacell na kovovou konstrukci



Ukázka montáže suché podlahy fermacell:

Obrázek 2: Lepení a šroubování suché podlahy fermacell



Obrázek 3: Srovnání podkladu vyrovnávacím podsypem fermacell



2.1.5 Technologie systému Rigips

Firma Rigips se soustředí na výrobu hlavně sádrokartonových, ale i sádrovláknitých desek. Pro případ této práce se budu zabývat pouze systémy s deskami sádrokartonovými. Jedná se o nehomogenní materiál. Samotná deska má sádrové jádro a to je obaleno kartonem z obou stran. Pevnostní vlastnosti nejsou tedy stejné napříč a podél výrobního procesu. Spojovací materiál nesmí porušit papír na povrchu desky, což se velmi špatně dodržuje. Rigips nabízí velikou škálu desek, které mají zlepšené jednotlivé vlastnosti. Jsou to odolnost proti požáru a vlhkosti, lepší akustika a podobně. Ze speciálních desek mohu jmenovat:

- Duragips – akustické
- Rigistabil – konstrukční
- Habito – bezpečnostní
- Glasroc H – odolné proti vlhkosti
- Glasroc F Riflex – pro obloukové stěny
- Activ´Air® - zlepšující kvalitu vzduchu (snižuje množství formaldehydu ve vzduchu)
- Rigidur – pro nosné konstrukce

Do svého sortimentu zahrnují i sádrokartonové konstrukce podlah z desek Rigidur či Rigistabil. V této práci jim však nebude věnována pozornost. (5)

2.1.6 Kvalitativní vlastnosti prvků Rigips

Tabulka 2: Charakteristické hodnoty SDK

		SDK Rigips 12,5 mm
Hustota*	[kg/m ³]	840
Pevnost v ohybu*	[Mpa]	-
Pevnost v tlaku*	[Mpa]	5-10
Nasákavost (bobtnání)*	[%]	<10

Třída reakce na oheň*	A2 – s1 d0
Součinitel difuzního odporu*	6-10
Tepelná vodivost* [W/(m*K)]	0,31
Ceníková cena (za m2)* [Kč]	62,5

*Hodnoty převzaty z technických podkladů (6) a ceníku (7) firmy Rigips

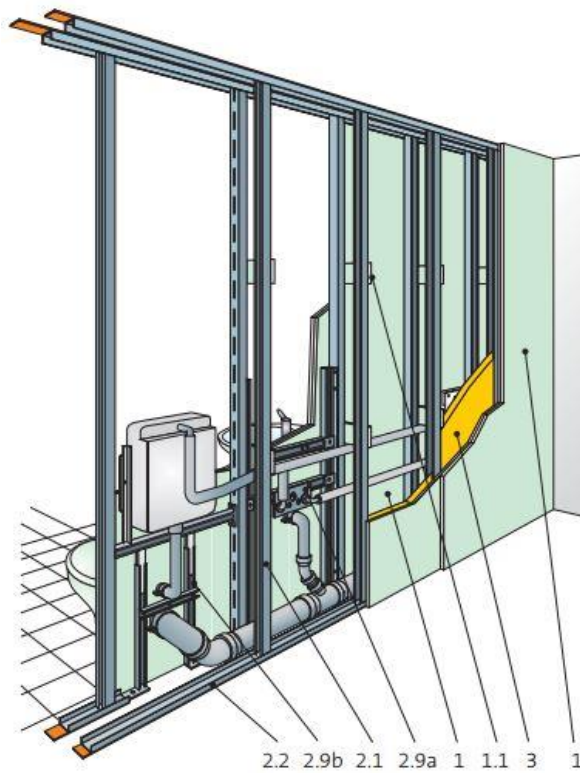
2.1.7 Montáž prvků Rigips

Postupy montáže jsou podobné se systémem fermacell. Stěny se dají montovat na dřevěnou i kovovou spodní konstrukci. Mohou se vyplnit izolací pro zlepšení akustických, či tepelných vlastností. Rigips však počítá pouze s lepenou nebo tmelenou spárou.

Obrázek 4: Vkládání minerální izolace do dutiny příčky (8)



Obrázek 5: Instalační stěna s konstrukcemi pro upevnění (8)



Obrázek 6: Vtlačení pásky do tmelené spáry (9)



2.2 Mokrý výstavba

2.2.1 Vývoj cihly

Pod pojmem cihla si takřka každý představí typickou plnou pálenou cihlu. Tento stavební materiál si však prošel tisíciletým vývojem, aby se mohl přizpůsobovat moderním stylům a požadavkům. Jedná se o nejrozšířenější stavební materiál pro obytné budovy.

První dochované cihly však nebyly pálené. Sumerové hnětaly hlínu do tvaru bochníků, které měly seříznuté hrany. Byly tedy dole ploché a nahoře zaoblené. Teprve v pozdější době se objevují cihly po všech stranách zaoblené. Nebyl však ve tvaru kvádrů, nýbrž krychle – pro stavby byly výhodnější a stabilnější. Tyto cihly byly dlouhodobě sušeny na slunci (až 2 roky), než je bylo vhodné použít.

První pálené cihly pocházejí z období Římské říše, asi 400 let před naším letopočtem.

Ve 12. století došlo k masovému rozšíření cihel ze severní Itálie do severního Německa. Jejich používání vyvrcholilo v tak zvané cihlové gotice, určitém typu gotické architektury, která vzkvétala v severní Evropě, především v regionech v oblasti Baltského moře, v místech, kde byl nedostatek stavebního kamene. Ve větším rozsahu se začaly pálené cihly používat až v renesanci. V našich zemích se v době středověku na cihly zapomnělo. Pálená cihla byla v této době drahá a dostupná pouze pro majetné vrstvy obyvatelstva. Objevuje se v bohatších oblastech jen jako fasádní vrstva na nechráněných štítech domů či nadstřešních částech komínů. Dlouho pak zůstávala cihlářská výroba v principu podobná, základem byla plná cihla, větší formáty se nevyráběly z důvodů technologických i pracovních (problematické sušení, vysoká hmotnost, dostatek lidí pro manuální práci...). Dalším mezníkem v cihlářství je však průmyslová revoluce, kde byla poprvé použita lehčená dutinová cihla (1813).

Díky velkému vzestupu strojní práce bylo použití cihly stále ve více časté. Bylo totiž nutno stavět ve velmi krátké době stále více budov, jak obytných, tak průmyslových. Běžná plná cihla přestává stačit a v rychlém sledu se objevují nové a nové cihlářské výrobky, umožňující rychlejší a levnější výstavbu. Hlavním keramickým stavivem, spolu s plnou cihlou, se

stává lehčená cihla, která je základním prvkem cihlových systémů dodnes.
(10)

2.2.2 Technologie cihel Porotherm

Cihly Porotherm vyrábí v České republice firma Wienerberger, která má u nás celkem šest cihelen. Čtyři v Čechách a dvě na Moravě. Cihelny jsou strategicky umístěné u ložisek jílu.

Hlavní surovinou pro dnešní cihelný blok je jíl. Obsahuje také různá lehčiva či ostřiva. Například dřevěné piliny pro vylehčení bloku (cca 30%). Piliny musí projít systémem sít, aby se zajistila přesná frakce pro potřebu výroby. Tímto způsobem se vylepšují tepelně izolační vlastnosti cihly. Tyto materiály se smíchají do hmoty, která se přes lis přeformuje do tvaru bloku. Ten se poté vysuší v sušárně při cca 40 - 80 °C a putuje do pece. Cihly se vypalují přibližně 30 hodin. Do vypálených cihelných bloků je možné vložit minerální vatu, která zde slouží jako tepelný izolant.

Cihelné bloky Porotherm jsou určeny pro více druhů zdiva. V případě této práce se budu zabývat pouze zděnými příčkami a nenosnou mezibytovou stěnou s požadavkem na akustiku. (11)

2.2.3 Kvalitativní vlastnosti cihel Porotherm

V bytovém domě se zaměřím na konkrétní prvky, které budu srovnávat. Jedná o příčky z příčkových broušených Porotherm 11,5 Profi a Porotherm 11,5 AKU zdících na obyčejnou, případně tenkovrstvou maltu pro zdění M10/M15. Dále bude srovnána nenosná mezibytová stěna z cihel Porotherm 25 AKU.

Tabulka 3: Charakteristické hodnoty cihelných bloků Porotherm tl. 11,5

		Porotherm 11,5 AKU	Porotherm 11,5 Profi
Hustota*	[kg/m ³]	1050	850
Pevnost v tlaku*	[Mpa]	15/10	10/8
Měrná tepelná kapacita c*	[J/(kg*K)]	1000	1000
Třída reakce na oheň*		A1	A1
Spotřeba cihel na*	[ks/m ²]	8	8
Hmotnost cihel na*	[kg/ks]	14,4	12,1
Tepelná vodivost*	[W/(m*K)]	0,30	0,26
Ceníková cena (za m ²)*	[Kč]	630	583

NPD – není stanoven žádný požadavek

*Hodnoty převzaty z technických podkladů (12) a ceníku (13) firmy Wienerberger

Tabulka 4: Charakteristické hodnoty cihelných bloků Porotherm tl. 25

		Porotherm 25 AKU Z
Hustota*	[kg/m ³]	1000
Pevnost v tlaku*	[Mpa]	20/15
Měrná tepelná kapacita c*	[J/(kg*K)]	1000
Třída reakce na oheň*		A1
Spotřeba cihel na*	[ks/m ²]	12

Hmotnost cihel na* [kg/ks]	20,6
Tepelná vodivost* [W/(m*K)]	0,30
Ceníková cena (za m ²)* [Kč]	1 520

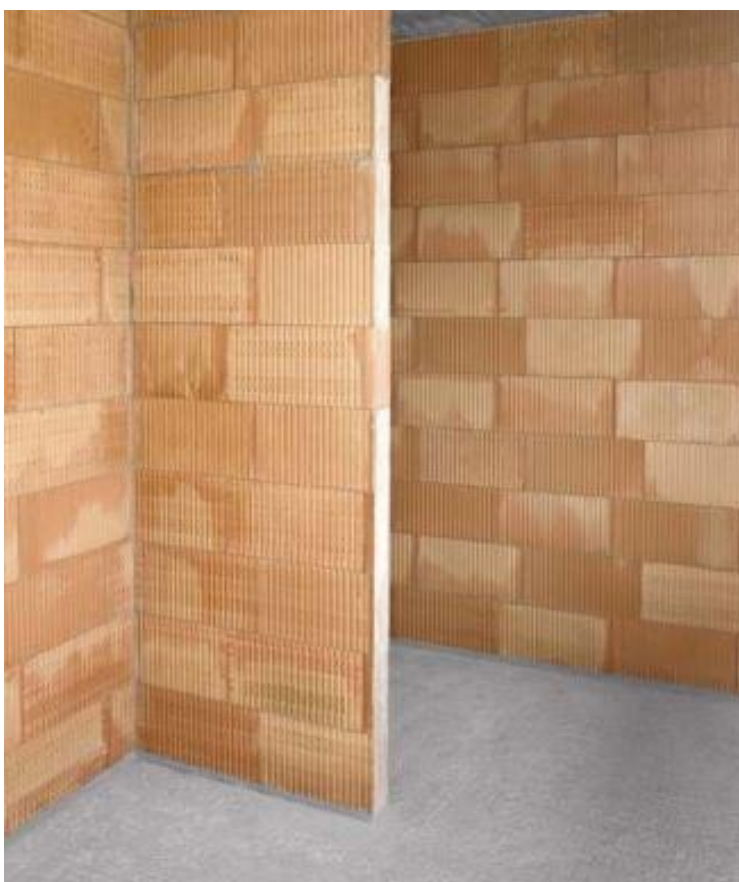
NPD – není stanoven žádný požadavek

*Hodnoty převzaty z technických podkladů (12) a ceníku (13) firmy Wienerberger

2.2.4 Montáž prvků Porotherm

Cihelné bloky se usazují na zdící maltu třídy pevnosti M10/M15. Malta se klade pouze na vodorovné spáry v tloušťce cca 3 mm. Do mezibytové stěny by se neměly vysekávat otvory pro rozvody. Porušila by se tím celková akustika konstrukce, což je její primární účel.

Obrázek 7: Příklad neomítnuté nenosné příčky (14)



Obrázek 8: Elektrorozvody a krabičky pro zásuvky v neomítnuté stěně (15)



Obrázek 9: Nanášení malty pro tenké spáry válcem (14)



2.2.5 Technologie litých anhydritových podlah

Hlavní surovinou pro anhydritovou litou podlahu je energosádrovec. Vzniká jako chemický odpad v elektrárnách při odsiřování spalin. Dalšími přísadami jsou voda a písek frakce 0 - 4 mm a chemické látky pro podporu roztékání namíchané směsi. Jedem metr kubický váží při namíchání asi 2 400 kg a je složený z písku, anhydritového pojiva, vody a chemické přísady.

Anhydritová podlaha má větší pevnost než betonová díky tomu, že se její pojivo při styku s vodou nesmršťuje, jako cementové. Díky tomu může mít také menší konstrukční tloušťku a méně zatěžuje spodní nosnou konstrukci. Má lepší vodivost, což je vhodné pro podlahové teplovodní vytápění. Je samonivelační a nemusí se dilatovat ve vzdálenostech, jako ostatní podlahy (až 600 m² bez jediné spáry). Je však důležité dodržet přesné pokyny pro míchání směsi. Větší obsah vody razantně snižuje pevnost.

Podlaha z anhydritu je pochozí po 1-2 dnech. Plně zatížitelná po cca 5 dnech v závislosti na teplotě a vlhkosti prostředí. (16)

2.2.6 Kvalitativní vlastnosti litých anhydritových podlah

Tabulka 5: Charakteristické hodnoty litých anhydritových podlah

		Anhydritová podlaha
Hustota (po 28 dnech zrání)*	[kg/m ³]	2100
Pevnost v ohybu*	[Mpa]	5
Pevnost v tlaku*	[Mpa]	20
Měrná změna délky*	[%]	Max. 0,1
Třída reakce na oheň*		A1
Tepelná vodivost*	[W/(m*K)]	1,2

Cena (za m ²)*	[Kč]	229
----------------------------	------	-----

*Hodnoty převzaty z webu (17)

2.2.7 Provádění anhydritové podlahy

Anhydrit se nevyrábí přímo na stavbě, ale je namícháván v betonárně a následně na stavbu dovážen. Je tedy nutné mít na staveništi prostor pro nákladní vůz či míchačku, ze které je směs hadicí dodávána do jednotlivých místností. Nejčastějším způsobem realizace je použití šnekového čerpadla a čerstvé směsi. Existují ale i jiné způsoby, např. pomocí sila, transmixu či pyltované směsy. U této konkrétní stavby s tímto způsobem dopravy problém nebude. Anhydritový potěr je samonivelační, povrch se však musí z důvodu tvorby povrchového šlemu přebrousit. Musí se zakrytí všechny otvory, po vylití anhydritové směsi nesmí být místnost větrána.

Obrázek 10: Doprava litého anhydritu na stavbě (18)



Obrázek 11: Realizace anhydritové podlahy (18)



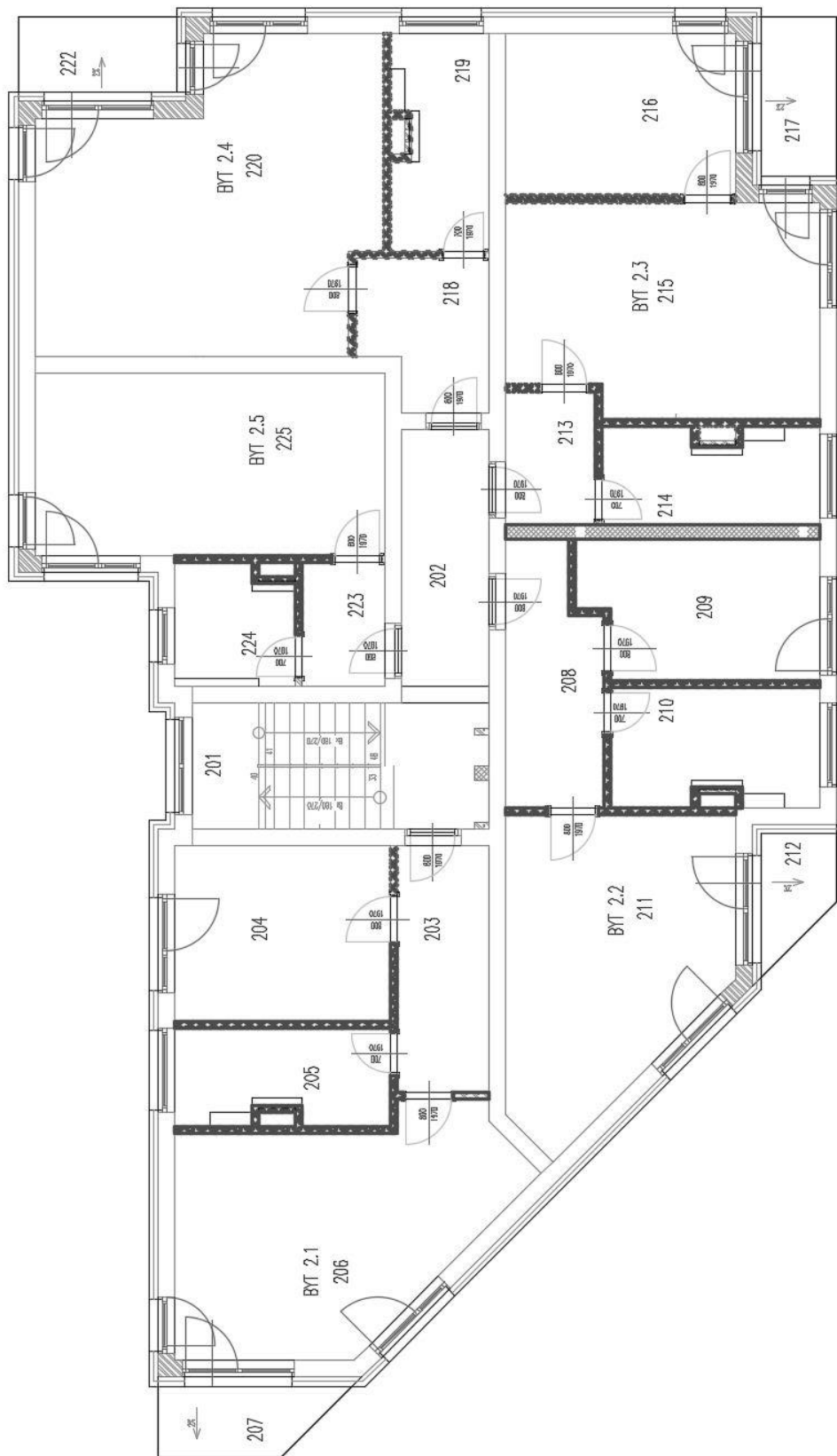
Obrázek 12: Čerstvě vylitý anhydrit (18)



2.3 Konstrukce typického podlaží bytového objektu

2.3.1 Půdorys typického podlaží

Obrázek 13: Půdorys typického podlaží se zvýrazněnými konstrukcemi




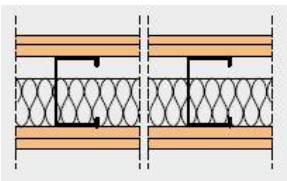
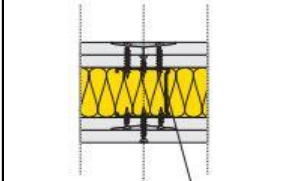
2.3.2 Srovnání svislých konstrukcí typického podlaží

Pro srovnání svislých konstrukcí jsem si z bytového objektu vybral pouze příčky a jednu mezibytovou stěnu. Nosné konstrukce budou ponechány z původně navrhovaných materiálů (cihly, malta). Bude srovnáno jedno typické patro (2. NP), kde se nachází celkem pět bytových jednotek.



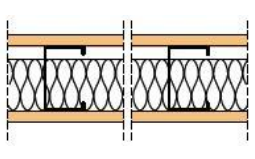
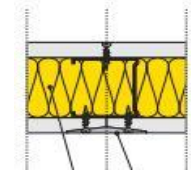
Mezibytová stěna se nachází mezi bytem 2.2 a 2.3, její tloušťka činí 250 mm. Stěna je tvořená cihelnými bloky Porotherm AKU, které mají jak bezpečnostní, protipožární, tak akustickou funkci (dle norem (19), (20)). Bude nahrazena konstrukcí fermacell 1S31, a ta je tvořena nosnými CW profily o tloušťce 100 mm a je z obou stran dvojitě opláštěná sádrovláknitými deskami fermacell tloušťky 10 mm a 12,5 mm. Celková tloušťka této konstrukce činí 145 mm. Stěna vyhoví na požadavky normy pro mezibytové příčky. Dále bude pro srovnání uvedena varianta příčky ze sádrokartonu od firmy Rigips. Tato stěna bude tvořena nosnými CW profily o tloušťce 100 mm a je z obou stran dvojitě opláštěná sádrokartonovými deskami Rigistabil 12,5 mm. Příčka bude o 5 mm tlustší než konstrukce fermacell, tedy 150 mm. Tato stěna také vyhoví na požadavky normy pro mezibytové příčky.

Jednotlivé dělicí konstrukce v bytech jsou tvořeny cihelnými bloky Porotherm 11,5 AKU/Profi o tloušťce 115 mm. Budou nahrazeny konstrukcí fermacell 1S11, která je tvořena nosnými CW profily o tloušťce 50 mm a z obou stran opláštěná sádrovláknitými deskami fermacell tloušťky 12,5 mm. Dále bude pro srovnání uvedena varianta příček ze sádrokartonových desek od firmy Rigips. Tato stěna bude tvořena nosnými CW profily tloušťky 50 mm a z obou stran opláštěná sádrokartonovými deskami Rigips tloušťky 12,5 mm. Celková tloušťka obou konstrukcí bude činit 75 mm. Norma v tomto případě neudává žádné požadavky.

Tabulka 6: Srovnání mezibytové příčky

Název konstrukce	Porothem 25 AKU Z	
Vzhled konstrukce		
Plocha v bytovém objektu [m ²]	1,4	
Tloušťka konstrukce	280 mm	
Plošná hmotnost [kg/m ²]	328,8	
Plošná hmotnost - skutečná [kg]	460,32	
Zvuková neprůzvučnost [dB]	56	
Součinitel prostupu tepla U [W/m ² K]	0,95	
Třída reakce na oheň	A1	
Požární odolnost	REI 180 DP1	
Doba montáže [hod/m ²]	1,36	
Doba montáže - skutečná [hod]	1,90	
Technologická pauza	10 dní	
Cena/m ² (2x omítka = 2x177kč)	1 874,00 Kč	
Cena skutečná	2 623,60 Kč	
	↓	
Název konstrukce	Fermacell 1S31	Rigips SK14 R3
Vzhled konstrukce		
Plocha v bytovém objektu [m ²]	1,4	1,4
Tloušťka konstrukce	145 mm	150 mm
Plošná hmotnost [kg/m ²]	59	52
Plošná hmotnost - skutečná [kg]	82,6	72,8
Zvuková neprůzvučnost [dB]	62	56
Součinitel prostupu tepla U [W/m ² K]	0,55	-
Třída reakce na oheň	A2	A2
Požární odolnost	EI 90 DP1	EI 90 DP1
Doba montáže [hod/m ²]	0,93	2,12
Doba montáže - skutečná [hod]	1,30	2,97
Technologická pauza	1 den	1 den
Cena/m ²	1 310,00 Kč	1 170,00 Kč
Cena skutečná	1 834,00 Kč	1 638,00 Kč

Tabulka 7: Srovnání příček

Název konstrukce	Porotherm 11,5 AKU	Porotherm 11,5 Profi
Vzhled konstrukce		
Plocha v bytovém objektu [m ²]	4	55,47
Tloušťka konstrukce	145 mm	145 mm
Plošná hmotnost [kg/m ²]	196,8	178,4
Plošná hmotnost - skutečná [kg]	787,20	9895,85
Zvuková neprůzvučnost [dB]	47	43
Součinitel prostupu tepla U [W/m ² K]	1,55	1,3
Třída reakce na oheň	A1	
Požární odolnost	EI 180 DP1	EI 180 DP1
Doba montáže [hod/m ²]	1,04	0,97
Doba montáže - skutečná [hod]	4,16	53,81
Technologická pauza	10 dní	10 dní
Cena/m ² (2x omítka = 2x177kč)	984,00 Kč	937,00 Kč
Cena skutečná	3 936,00 Kč	51 975,39 Kč
CELKEM	55 911,39 Kč	
↓		
Název konstrukce	Fermacell 1S11	Rigips SK12
Vzhled konstrukce		
Plocha v bytovém objektu [m ²]	59,47	59,47
Tloušťka konstrukce	75 mm	75 mm
Plošná hmotnost [kg/m ²]	34	22
Plošná hmotnost - skutečná [kg]	2021,98	1308,34
Zvuková neprůzvučnost [dB]	48	45
Součinitel prostupu tepla U [W/m ² K]	0,68	-
Třída reakce na oheň	A2	A2
Požární odolnost	EI 30 DP1	EI 30 DP1
Doba montáže [hod/m ²]	0,7	1,35
Doba montáže - skutečná [hod]	41,63	80,28
Technologická pauza	1 den	1 den
Cena/m ²	854,00 Kč	700,00 Kč
Cena skutečná	50 787,38 Kč	41 629,00 Kč

Poznámky:

- Hmotnost = cihelný blok + malta cca 30,6 kg/m² (objemová hmotnost 1700 kg/m³) + omítka cca 51 kg/m² (objemová hmotnost 1700 kg/m³)
- Ceny jsou převzaty z katalogu ÚRS 2016
- Charakteristické hodnoty jsou převzaty z katalogů výrobců
- Ukazatelé pracnosti jsou převzaty od výrobců, případně z podkladů ČVUT (21)

Tabulka 8: Užitné plochy bytu 1

Byt 1	Plocha s příčkami Porotherm		Plocha s lehkými příčkami (SVD i SDK)
Zádveří	7,78 m ²	→	7,78 m ²
Ložnice	12,03 m ²		12,6 m ²
Koupelna + WC	6,40 m ²		6,57 m ²
Pokoj + KK	22,15 m ²		22,36 m ²
Celkem	48,4 m ²	→	49,3 m ²
Suchá výstavba - ušetření m ²			
			1,0 m ²

Tabulka 9: Užitné plochy bytu 2

Byt 2	Plocha s příčkami Porotherm		Plocha s lehkými příčkami (SVD i SDK)
Zádveří	8,14 m ²	→	8,14 m ²
Ložnice	10,19 m ²		10,73 m ²
Koupelna + WC	7,67 m ²		7,86 m ²
Pokoj + KK	20,13 m ²		20,34 m ²
Celkem	46,1 m ²	→	47,1 m ²
Suchá výstavba - ušetření m ²			
			0,9 m ²

Tabulka 10: Užité plochy bytu 3

Byt 3	Plocha s příčkami Porotherm		Plocha s lehkými příčkami (SVD i SDK)
Zádveří	4,28 m ²	→	4,28 m ²
Ložnice	12,23 m ²		12,43 m ²
Koupelna + WC	6,44 m ²		6,61 m ²
Pokoj + KK	20,95 m ²		21,26 m ²
Celkem	43,9 m ²	→	44,6 m ²
Suchá výstavba - ušetření m ²	0,7 m ²		

Tabulka 11: Užité plochy bytu 4

Byt 4	Plocha s příčkami Porotherm		Plocha s lehkými příčkami (SVD i SDK)
Zádveří	6,19 m ²	→	6,19 m ²
Koupelna + WC	6,44 m ²		6,62 m ²
Pokoj + KK	30,57 m ²		30,9 m ²
Celkem	43,2 m ²	→	43,7 m ²
Suchá výstavba - ušetření m ²	0,5 m ²		

Tabulka 12: Užité plochy bytu 5

Byt 5	Plocha s příčkami Porotherm		Plocha s lehkými příčkami (SVD i SDK)
Zádveří	3,73 m ²	→	3,83 m ²
Koupelna + WC	4,45 m ²		4,57 m ²
Pokoj + KK	20,31 m ²		20,31 m ²
Celkem	28,5 m ²	→	28,7 m ²
Suchá výstavba - ušetření m ²	0,2 m ²		

2.3.3 Zhodnocení svislých konstrukcí typického podlaží

Tabulka 13: Výhody a nevýhody příček fermacell

ZHODNOCENÍ (na jedno patro)	
S příčkami fermacell dosáhneme:	
Odlehčení konstrukcí o	9038,8 kg
Zlepšení kročejové neprůzvučnosti:	
Mezibytová stěna	6 dB
Příčky	5 dB
Ušetření financí	5 913,61 Kč
Ušetření času	40,9 hod
Zisk prostoru	3,3 m ²
Zhoršení požární odolnosti příček	→ EI 30 DP1

Tabulka 14: Výhody a nevýhody příček Rigips

ZHODNOCENÍ (na jedno patro)	
S příčkami rigips dosáhneme:	
Odlehčení konstrukcí o	9762,2 kg
Zlepšení kročejové neprůzvučnosti:	
Mezibytová stěna	0 dB
Příčky	2 dB
Ušetření financí	15 267,99 Kč
Ušetření času	0,6 hod
Zisk prostoru	3,3 m ²
Zhoršení požární odolnosti příček	→ EI 30 DP1

2.3.3.1 Hmotnost

Z tabulek je patrné, že lehké montované příčky jsou výhodnější než cihlové. Odlehčí stropní konstrukci o 9 tun (cca 432 kg/m²), což umožní použít méně únosné stropní panely a zmenší se tím i průhyb stropu. Bytový objekt má celkem 3 nadzemní podlaží, ve kterých je možné příčky nahradit (první nadzemní podlaží a podkroví nenahrazují). Za použití montovaných konstrukcí můžeme snížit celkové zatížení přenášené do základů objektu o 1 290 kg/m².

2.3.3.2 Náklady

Hlavním výhodou je zde ušetření financí. S materiály fermacell o necelých 6 000 korun a s obyčejnými sádrokartonovými příčkami dokonce o 15 000 korun. U stěn z cihelných bloků je do ceny započítávána i vápenocementová omítka, která u sádrokartonových, případně sádrovláknitých stěn není potřeba. Rovnou se nanáší finální malba.

2.3.3.3 Doba montáže

Doba montáže u je lehkých příček kratší. U sádrovláknitých konstrukcí se dá rapidně zkrátit lepenými spárkami na sraz. U sádrokartonových konstrukcí se spáry díky zkosené hraně musí tmelit a zpevňovat skelnou páskou. To může celkovou dobu montáže na jedno patro prodloužit až o 2 dny. Zděné příčky budou hotové téměř ve stejném čase jako konstrukce sádrokartonové.

2.3.3.4 Zisk prostoru

Zmenšením tloušťky konstrukcí se dosáhne i zisku prostoru. Na celé patro je to celkem 3,3 m², což se dá v této lokalitě vyčíslit prodejní cenou kolem 150 000 Kč (1 m² = 45 000 Kč)*.

*Cena určena dle realitní kanceláře EVROPA (22)

2.3.3.5 Vzduchová neprůzvučnost

U stěn akustika jedním z nejvíce hodnocených faktorů. Napomáhá k pohodovému a klidnému prostředí domova. Stěny z materiálů fermacell mají lepší zvukovou neprůzvučnost. To je dáno opláštěním ze sádrovláknitých desek, které mají lepší zvukově-izolační vlastnosti. Oba dva materiály však vyhoví akustickým požadavkům normy (19).

2.3.3.6 Požární odolnost

Jediným zhoršeným faktorem je požární odolnost. Ta však v případě příček není omezena žádnou normou. Proto postačuje požární odolnost 30 minut.

2.3.4 Srovnání vodorovných konstrukcí typického podlaží

2.3.4.1 Původní (mokrě) skladby

Níže budou uvedeny původně navrhované skladby podlahových konstrukcí, které jsou tvořeny kročejových izolantem ve formě desek ze skelné vaty Isover TPDT vhodné pod lité podlahy, jako jsou např. anhydrity. Na těchto deskách musí být položena separační vrstva (PE folie). Pak následuje konstrukce anhydritu a nášlapné vrstvy. Nášlapné vrstvy a nosná konstrukce stropu (železobetonové panely Dennert) nebudou v tomto srovnání hodnoceny z důvodu jejich ponechání.

U skladby P8 je pod nášlapnou vrstvou použita hydroizolační stěrka systému MAPEI.

Tabulka 15: Původní skladba podlahy P7

P7		Chodba
<p>Skladba podlahové konstrukce:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ker. dlažba, spárovací hmota: např. MAPEI ULTRACOLOR PLU: 10 mm - Lepící malta: např. MAPEI KERAFLEX 5 mm - Litý samonivelační anhydritový potěr ANHYMENT AE 40 50 mm - Separáční vrstva např. fólie PE - Kročejová izolace: např. ISOVER TDPT 3,5 35 mm - Stropní konstrukce prefabrikovaná DENNERT DX20 200 mm - Tkanina DENNERT DX + lepidlo DENNERT DX 3 mm - 2x malba 		
Celkem		100 mm
Plocha v bytovém objektu	11,52 m ²	<p>Norma ČSN 73 0532: < 55 dB >53 dB</p>
Tloušťka konstrukce od nosné kce	100 mm	
Plošná hmotnost - bez nášlapné vrstvy	113 kg/m ²	
Plošná hmotnost - skutečná [kg]	1301,76 kg	
Kročejová neprůzvučnost L' _w	46 dB	
Vzduchová neprůzvučnost R' _w	58 dB	
Doba montáže [m2]	0,39 hod	
Doba montáže - skutečná	4,49 hod	
Možná zatížitelnost	po 5 dnech	
Možná pokládka nášlapné vrstvy	po 5 týdnech	
Cena/m2	769,91 Kč	
Cena skutečná	8 869,36 Kč	

Tabulka 16: Původní skladba podlahy P8

P8		Koupelna a WC	
<p>Skladba podlahové konstrukce:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ker. dlažba, spárovací hmota: např. MAPEI ULTRACOLOR PLU: 10 mm - Lepící malta: např. MAPEI KERAFLEX 3 mm - Hydroizolace: např. MAPEI MAPEGUM WP 2 mm - Litý samonivelační anhydritový potěr ANHYMENT AE 40 50 mm - SeparáčnÍ vrstva např. fólie PE 5 mm - Kročejová izolace: např. ISOVER TDPT 3,5 35 mm - Stropní konstrukce prefabrikovaná DENNERT DX20 200 mm - Tkanina DENNERT DX + lepidlo DENNERT DX 3 mm - 2x malba 			
Celkem			100 mm
Plocha v bytovém objektu	31,40 m ²	<p>Norma ČSN 73 0532: < 55 dB > 53 dB</p>	
Tloušťka konstrukce od nosné kce	100 mm		
Plošná hmotnost - bez nášlapné vrstvy	113 kg/m ²		
Plošná hmotnost - skutečná [kg]	3548,2 kg		
Kročejová neprůzvučnost L' _w	46 dB		
Vzduchová neprůzvučnost R' _w	58 dB		
Doba montáže [m2]	0,39 hod		
Doba montáže - skutečná	12,246 hod		
Možná zatížitelnost	po 5 dnech		
Možná pokládka nášlapné vrstvy	po 5 týdnech		
Cena/m2	769,91 Kč		
Cena skutečná	24 175,17 Kč		

Tabulka 17: Původní skladba podlahy P9

P9		Ostatní místnosti
<p>Skladba podlahové konstrukce:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Plovoucí laminátové lamely 8 mm - Podložka např. MIRELON 2 mm - Litý samonivelační anhydritový potěr ANHYMENT AE 40 55 mm - Separální vrstva např. fólie PE - Kročejová izolace: např. ISOVER TDPT 3,5 35 mm - Stropní konstrukce prefabrikovaná DENNERT DX20 200 mm - Tkanina DENNERT DX + lepidlo DENNERT DX 3 mm - 2x malba 		
Celkem		100 mm
Plocha v bytovém objektu	178,68 m ²	<p>Norma ČSN 73 0532: < 55 dB >53 dB</p>
Tloušťka konstrukce od nosné kce	100 mm	
Plošná hmotnost - bez nášlapné vrstvy	113 kg/m ²	
Plošná hmotnost - skutečná [kg]	20190,84 kg	
Kročejová neprůzvučnost L' _w	46 dB	
Vzduchová neprůzvučnost R' _w	58 dB	
Doba montáže [m2]	0,39 hod	
Doba montáže - skutečná	69,69 hod	
Možná zatížitelnost	po 5 dnech	
Možná pokládka nášlapné vrstvy	po 5 týdnech	
Cena/m2	817,41 Kč	
Cena skutečná	146 054,82 Kč	

2.3.4.2 Nově navržené (suché) skladby

Níže budou uvedeny návrhy skladby podlahy ze systému fermacell. Navrhl jsem celkem 2 varianty na každou skladbu, které budou směřovány na původní výšku podlahové konstrukce a na dosažení potřebných akustických hodnot (dle normy (23)).

První varianta obsahuje vyrovnávací vrstvu ve formě suchého podsypu, kterým se srovnají nerovnosti panelů Dennert. Suchá podlaha musí ležet na podkladu, který je v podlahářské rovině (+- 2 mm na 2 metrové lati). Dále obsahuje kročejovou izolaci ve formě dřevovláknitých desek, například Steico Isorel, a roznášecí vrstvu pro nášlap. Tu tvoří z výroby k sobě slepené dvě sádrovláknité desky fermacell tloušťky 12,5 mm (podlahový prvek 2E22). Nášlapná vrstva je vždy stejná, jako původně navrhovaná, proto není zařazena do srovnávacích tabulek (podobně jako nosná konstrukce stropu – prefabrikované stropní panely Dennert).

Druhá varianta je zde uvedená v případě, že na stropních panelech Dennert bude naměřená dostatečná rovinnost. Je vynechán vyrovnávací podsyp za účelem ušetření jak financí i cenných centimetrů skladby. U skladby P9 jsem vyrovnávací podsyp zachoval z důvodu dosažení potřebné výšky. Je možné místo podsypu využít pod nášlap podložku (např. mirelon), která je navržena v původních skladbách. V případě nutnosti můžeme velmi malé nerovnosti panelů vyrovnat Samonivelační stěrkou fermacell. Skladba by se v tomto případě prodražila o 31 Kč/m².

V koupelnách (skladba P8) je na sádrovláknité podlahové prvky použit celoplošný těsnicí systém firmy fermacell pro zachování systémového řešení (nutná ochrana sádrovláknitých desek před vodou).

Dobu montáže počítáme na jednoho pracovníka. Hodnoty jsou převzaty z webů výrobců a podkladů ČVUT (21).

Tabulka 18: Nově navržená skladba podlahy P7 – var. 1

P7 - varianta 1		Chodba
<p>Sklada podlahové konstrukce:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ker. dlažba, spárovací hmota: např. MAPEI ULTRACOLOR PLU 10 mm - Lepící malta: např. MAPEI KERAFLEX 5 mm - Podlahový dílec fermacell 2E22 (2x12,5 mm SVD) 25 mm - Kročejová izolace: např. Steico Isorel 19 mm - Vyrovnávací podsyp fermacell 41 mm - Stropní konstrukce prefabrikovaná DENNERT DX20 200 mm - Tkanina DENNERT DX + lepidlo DENNERT DX 3 mm - 2x malba 		
		Celkem 100 mm
Plocha v bytovém objektu	11,52 m ²	Norma ČSN 73 0532 < 55 dB >53 dB
Tloušťka konstrukce od nosné kce	100 mm	
Plošná hmotnost - bez nášlapné vrstvy	49,58 kg/m ²	
Plošná hmotnost - skutečná [kg]	571,16 kg	
Kročejová neprůzvučnost L' _w	51 dB	
Vzduchová neprůzvučnost R' _w	67 dB	
Doba montáže [m2]	0,37 hod	
Doba montáže - skutečná	4,22 hod	
Možná zatížitelnost	ihned	
Možná pokládka nášlapné vrstvy	druhý den	
Cena/m2	698,40 Kč	
Cena skutečná	8 045,57 Kč	

Tabulka 19: Nově navržená skladba podlahy P7 – var.2

P7 - varianta 2		Chodba	
<p>Skladba podlahové konstrukce:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ker. dlažba, spárovací hmota: např. MAPEI ULTRACOLOR PLU. 10 mm - Lepící malta: např. MAPEI KERAFLEX 5 mm - Podlahový dílec fermacell 2E22 (2x12,5 mm SVD) 25 mm - Kročejová izolace: např. Steico Isorel 40 mm - Stropní konstrukce prefabrikovaná DENNERT DX20 200 mm - Tkanina DENNERT DX + lepidlo DENNERT DX 3 mm - 2x malba 			
			Celkem 80 mm
Plocha v bytovém objektu	11,52 m ²	Norma ČSN 73 0532 < 55 dB > 53 dB	
Tloušťka konstrukce od nosné kce	80 mm		
Plošná hmotnost - bez nášlapné vrstvy	39 kg/m ²		
Plošná hmotnost - skutečná [kg]	449,28 kg		
Kročejová neprůzvučnost L' _w	52 dB		
Vzduchová neprůzvučnost R' _w	66 dB		
Doba montáže [m2]	0,2 hod		
Doba montáže - skutečná	2,30 hod		
Možná zatížitelnost	ihned		
Možná pokládka nášlapné vrstvy	druhý den		
Cena/m2	489,30 Kč		
Cena skutečná	5 636,74 Kč		

Tabulka 20: Nově navržená skladba podlahy P8 – var.1

P8 - varianta 1		Koupelna a WC	
<p>Skladba podlahové konstrukce:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ker. dlažba, spárovací hmota: např. MAPEI ULTRACOLOR PLU 10 mm - Lepící malta: např. MAPEI KERAFLEX 3 mm - Hydroizolace: např. Těsnící systém fermacell 2 mm - Podlahový dílec fermacell 2E22 (2x12,5 mm SVD) 25 mm - Kročejová izolace: např. Steico Isorel 19 mm - Vyrovnávací podsyp fermacell 41 mm - Stropní konstrukce prefabrikovaná DENNERT DX20 200 mm - Tkanina DENNERT DX + lepidlo DENNERT DX 3 mm - 2x malba 			
			Celkem 100 mm
Plocha v bytovém objektu	31,40 m ²	Norma ČSN 73 0532 < 55 dB > 53 dB	
Tloušťka konstrukce od nosné kce	100 mm		
Plošná hmotnost - bez nášlapné vrstvy	49,58 kg/m ²		
Plošná hmotnost - skutečná [kg]	1556,81 kg		
Kročejová neprůzvučnost L' _w	51 dB		
Vzduchová neprůzvučnost R' _w	67 dB		
Doba montáže [m2]	0,37 hod		
Doba montáže - skutečná	11,51 hod		
Možná zatížitelnost	ihned		
Možná pokládka nášlapné vrstvy	druhý den		
Cena/m2	698,40 Kč		
Cena skutečná	21 929,76 Kč		

Tabulka 21: Nově navržená skladba podlahy P8 – var.2

P8 - varianta 2		Koupelna a WC	
<p>Skladba podlahové konstrukce:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ker. dlažba, spárovací hmota: např. MAPEI ULTRACOLOR PLU 10 mm - Lepící malta: např. MAPEI KERAFLEX 3 mm - Hydroizolace: např. Těsnící systém fermacell 2 mm - Podlahový dílec fermacell 2E22 (2x12,5 mm SVD) 25 mm - Kročejová izolace: např. Steico Isorel 40 mm - Stropní konstrukce prefabrikovaná DENNERT DX20 200 mm - Tkanina DENNERT DX + lepidlo DENNERT DX 3 mm - 2x malba 			
			Celkem 80 mm
Plocha v bytovém objektu	31,40 m ²	Norma ČSN 73 0532 < 55 dB > 53 dB	
Tloušťka konstrukce od nosné kce	80 mm		
Plošná hmotnost - bez nášlapné vrstvy	39 kg/m ²		
Plošná hmotnost - skutečná [kg]	1224,6 kg		
Kročejová neprůzvučnost L' _w	52 dB		
Vzduchová neprůzvučnost R' _w	66 dB		
Doba montáže [m2]	0,2 hod		
Doba montáže - skutečná	6,28 hod		
Možná zatížitelnost	ihned		
Možná pokládka nášlapné vrstvy	druhý den		
Cena/m2	489,30 Kč		
Cena skutečná	15 364,02 Kč		

Tabulka 22: Nově navržená skladba podlahy P9 – var. 1

P9 - varianta 1		Ostatní místnosti
<p>Skladba podlahové konstrukce:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Plovoucí laminátové lamely 8 mm - Podlahový dílec fermacell 2E22 (2x12,5 mm SVD) 25 mm - Kročejová izolace: např. Steico Isorel 19 mm - Vyrovnávací podsyp fermacell 48 mm - Stropní konstrukce prefabrikovaná DENNERT DX20 200 mm - Tkanina DENNERT DX + lepidlo DENNERT DX 3 mm - 2x malba 		
		Celkem 100 mm
Plocha v bytovém objektu	178,68 m ²	Norma ČSN 73 0532 < 55 dB > 53 dB
Tloušťka konstrukce od nosné kce	100 mm	
Plošná hmotnost - bez nášlapné vrstvy	52,38 kg/m ²	
Plošná hmotnost - skutečná [kg]	9359,26 kg	
Kročejová neprůzvučnost L' _w	51 dB	
Vzduchová neprůzvučnost R' _w	67 dB	
Doba montáže [m2]	0,37 hod	
Doba montáže - skutečná	65,516 hod	
Možná zatížitelnost	ihned	
Možná pokládka nášlapné vrstvy	druhý den	
Cena/m2	734,10 Kč	
Cena skutečná	131 168,99 Kč	

Tabulka 23: Nově navržená skladba podlahy P9 – var.2

P9 - varianta 2		Ostatní místnosti
<p>Skladba podlahové konstrukce:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Plovoucí laminátové lamely 8 mm - Podlahový dílec fermacell 2E22 (2x12,5 mm SVD) 25 mm - Kročejová izolace: např. Steico Isorel 19 mm - Vyrovnávací podsyp fermacell 28 mm - Stropní konstrukce prefabrikovaná DENNERT DX20 200 mm - Tkanina DENNERT DX + lepidlo DENNERT DX 3 mm - 2x malba 		
		Celkem 80 mm
Plocha v bytovém objektu	178,68 m ²	Norma ČSN 73 0532 < 55 dB >53 dB
Tloušťka konstrukce od nosné kce	80 mm	
Plošná hmotnost - bez nášlapné vrstvy	33,18 kg/m ²	
Plošná hmotnost - skutečná [kg]	5928,60 kg	
Kročejová neprůzvučnost L' _w	51 dB	
Vzduchová neprůzvučnost R' _w	66 dB	
Doba montáže [m2]	0,37 hod	
Doba montáže - skutečná	65,516 hod	
Možná zatížitelnost	ihned	
Možná pokládka nášlapné vrstvy	druhý den	
Cena/m2	632,10 Kč	
Cena skutečná	112 943,63 Kč	

2.3.5 Zhodnocení vodorovných konstrukcí typického podlaží

Tabulka 24: Mokrý skladba - Anhydrit

Celkem hmotnost	25 040,80 Kg
Celkem montáž	86,42 hod
Celkem cena	179 099,36 Kč

Tabulka 25: Suchá skladba – Fermacell

Varianta 1	
Celkem hmotnost	11 487,23 Kg
Celkem montáž	81,25 hod
Celkem cena	161 144,32 Kč
Varianta 2	
Celkem hmotnost	7 602,48 Kg
Celkem montáž	74,10 hod
Celkem cena	133 944,38 Kč

Tabulka 26: Výhody a nevýhody suché skladby fermacell – var. 1

ZHODNOCENÍ (na jedno patro)		<i>ANHYDRIT vs FERMACELL V1</i>
<i>Pro fermacell</i>		
Výhody:		
Odlehčení konstrukcí o		13553,6 kg
Zlepšení vzduchové neprůzvučnosti:		
	R'w	9 dB
Ušetření financí		17 955,0 Kč
Rychlejší montáž o		4,2 hod
Možnost pokládat nášlap hned druhý den Zatížitelné ihned		
Nevýhody:		
Zhoršení kročejové neprůzvučnosti:		
	L'w	5 dB
Stále vyhovuje normě		

Tabulka 27: Výhody a nevýhody suché skladby fermacell – var. 2

ZHODNOCENÍ (na jedno patro)		ANHYDRIT vs FERMACELL V2
<i>Pro fermacell</i>		
Výhody:		
Odlehčení konstrukcí o		17438,3 kg
Zlepšení vzduchové neprůzvučnosti:		
	R'w	9 dB
Ušetření financí		45 155,0 Kč
Rychlejší montáž o		12,3 hod
Možnost pokládat nášlap hned druhý den Zatížitelné ihned		
Nevýhody:		
Zhoršení kročejové neprůzvučnosti:		
	L'w	5 dB
Stále vyhovuje normě		

Poznámka:

- Akustika hodnocena dle ČSN EN 73 0532. B. Bytové domy – obytné místnosti bytu; Všechny místnosti druhých bytů, včetně příslušenství.
 - $R'w > 53$ dB; $L'w < 55$ dB

2.3.5.1 Hmotnost

Z tabulky je patrné, že podlahová konstrukce tvořená anhydritem patří mezi těžké skladby – 113 kg/m². Pokud nebude dostatečně přesně navržen systém stropních panelů na tuto hmotnost (spolu s hmotností stěn), může docházet k nepřijatelnému průhybu stropu. Příčinou může být praskání dlažby.

Konstrukce tvořená systémem fermacell patří mezi lehké skladby. Dokazuje to hmotnost, která se pohybuje kolem 50 kg/m². Je více než 2x lehčí než konstrukce z anhydritu. Projeví se to i v celkové hmotnosti obou skladeb na celém patře. První varianta s vyrovnávacím podsypem je o 54 % lehčí než původně navrhovaná skladba. Druhá varianta, bez vyrovnávacího podsypu, dokonce o 70 % lehčí.

2.3.5.2 Náklady

Do celkové ceny obou podlahových konstrukcí jsou započítány kročejové izolace a roznášecí vrstvy. Stropní panely Dennert a nášlapné vrstvy jsou vynechány z důvodu jejich ponechání.

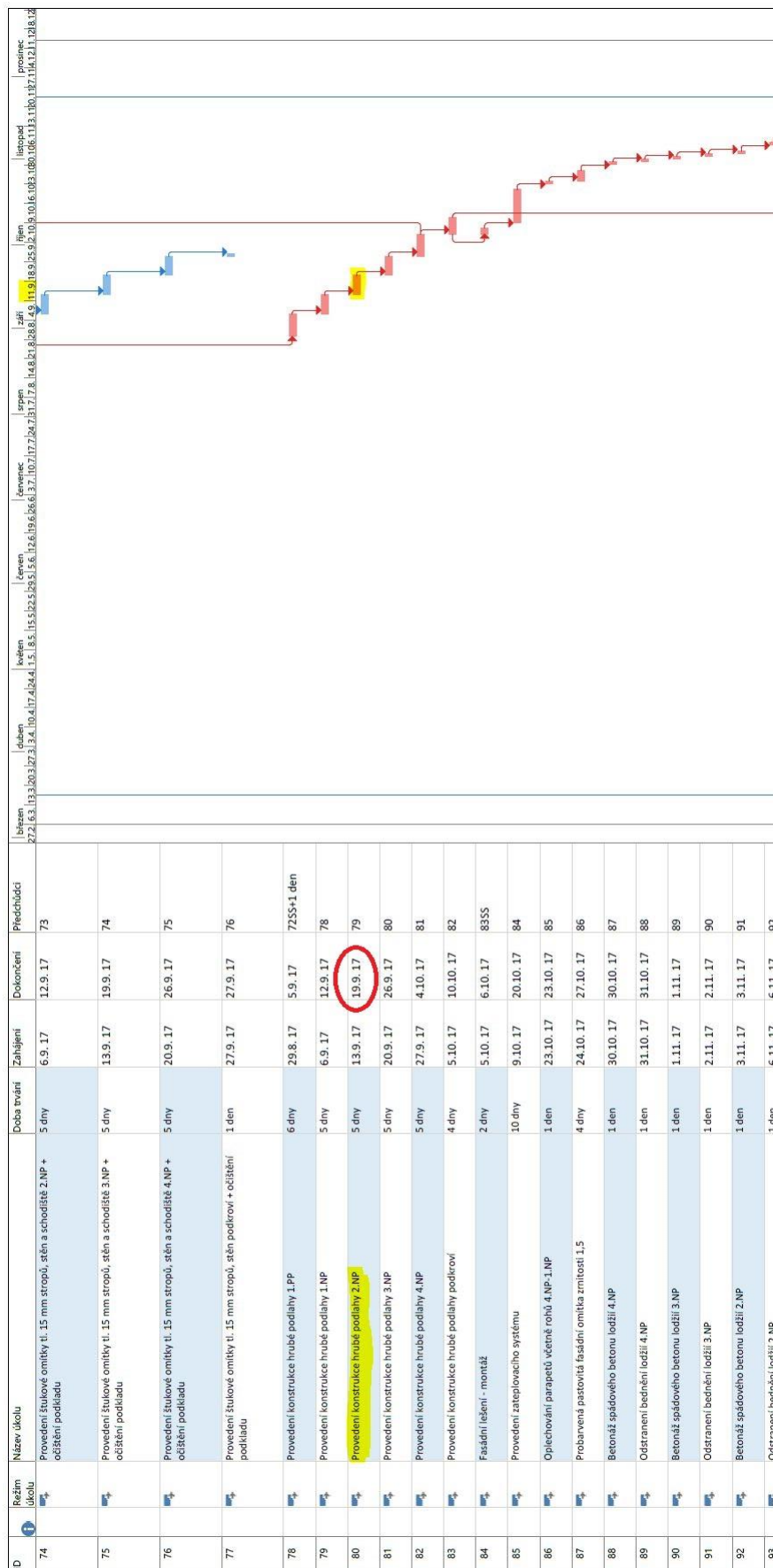
Skladby na celkovou výšku 100 mm se liší o 18 000 Kč na celé patro. Ušetří se 11 %. S variantou číslo dvě, kde je skladba pouze na 80 mm, se ušetří ještě o 27 000 Kč více, je levnější dokonce o 26 %.

2.3.5.3 Doba montáže

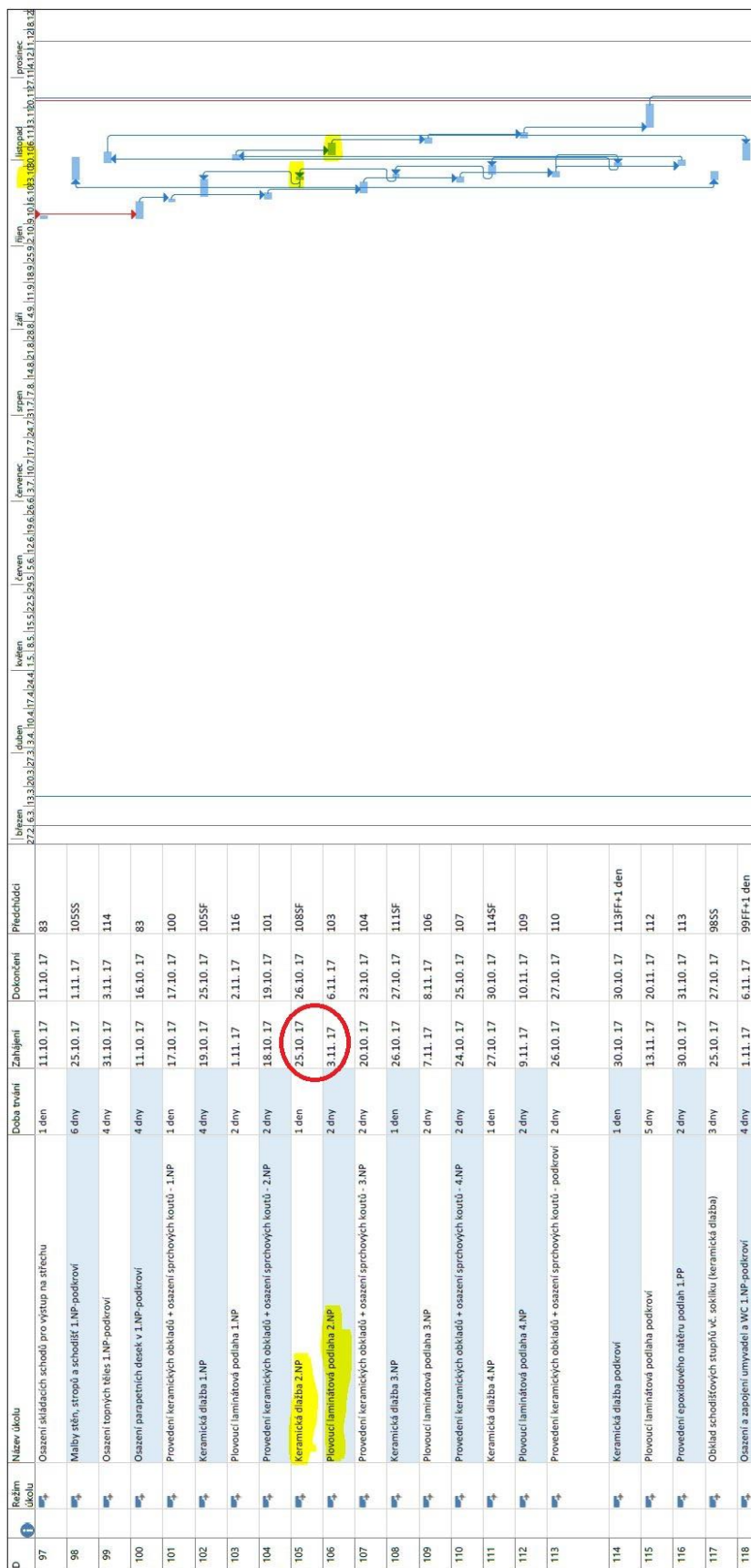
Co se týče celkové doby montáže, jsou na tom obě skladby velmi podobně. Rozdíl přichází v bodě, kdy bude aplikována nášlapná vrstva. Zde opět získá plusové body skladba suchá, na kterou je možné ihned po pokládce roznášecích a vyrovnávacích vrstev pokládat vrstvu nášlapnou. Anhydrit, jakožto mokrá proces, potřebuje nějakou dobu na vyschnutí, aby se jeho vlhkost nedostala do nášlapné vrstvy. V průměru to trvá 5 týdnů. U novostavby to však tolik nevádí. Času schnutí se dá využít k jiným pracem. Tato vlastnost suché skladby se skvěle hodí především u rekonstrukcí, kde potřebujeme mít podlahu co nejrychleji hotovou i s finální vrstvou.

Z níže přiložených částí harmonogramu, které jsem vypracovával v rámci předmětu Projekt 2 pro tento bytový objekt je zřejmé, že doba potřebná pro vyschnutí anhydritu nijak negativně nezasáhne do plánovaného termínu pokládky nášlapné vrstvy. Není nutné zrychlení prací a cca 5 týdnů technologické pauzy nebude vadit.

Obrázek 14: Část harmonogramu – hrubá podlaha, vytvořeno v programu Microsoft Project



Obrázek 15: Část harmonogramu – nášlapná vrstva, vytvořeno v programu Microsoft Project



Závěr

Mým cílem bylo srovnání suché a mokré výstavby typického patra konkrétního bytového objektu. Porovnával jsem konstrukce nenosných stěn a podlah v určitých faktorech. Hlavním byla charakterizována cena a doba výstavby (montáže). Vedlejší byly celková akustika konstrukcí, požární odolnost, hmotnost či tloušťka.

V první řadě jsem charakterizoval oba způsoby výstavby. Jejich historii, vývoj, technologii a charakteristické hodnoty. Upřesnil jsem rozdíly mezi sádrovláknem a sádrokartonem i mezi suchou a mokrou výstavbou.

Krátce jsem představil tři srovnávané firmy: Wienerberger, Fermacell a Rigips. Byly uvedeny jejich sortimenty a dominanty na trhu v České republice.

V praktické části jsem srovnával jejich systémy v rámci nenosných dělicích konstrukcí typického podlaží na konkrétním bytovém objektu. Mezibytová stěna systému Porotherm 25 AKU byla nahrazena lehkými příčkami od firmy Fermacell s označením 1S31, s jednoduchou nosnou konstrukcí CW a UW profilů, vyplněné minerální vatou a opláštěné z každé strany dvěma sádrovláknitými deskami. Jako zástupce společnosti Rigips byla vybrána konstrukce SK14, která disponuje stejnou nosnou konstrukcí i izolací, nýbrž je opláštěna z každé strany dvěma sádrokartonovými deskami. Jednotlivé příčky v bytech, původně navrženy z cihlených bloků Porotherm 11,5 AKU/Profi, byly obměněny za konstrukci fermacell 1S11. Ta je tvořena nosnými profily CW a UW, vyplněna minerální vatou a opláštěna z každé strany jednou sádrovláknitou deskou fermacell. Stěny Porotherm byly také srovnány s konstrukcí ze sádrokartonu od firmy Rigips. Konkrétně se jedná o systém SK12, jednoduše opláštěná příčka sádrokartonovými deskami s nosnou konstrukcí i izolací stejnou jako má příčka sádrovláknitá.

Po vyhodnocení je patrný úbytek celkové hmotnosti konstrukcí na jednom patře. Velkým plusem je zisk 3,3 m² užitné plochy na patře díky snížení tloušťky konstrukcí při zachování požadavků daných normou na akustiku (19) a požární odolnost (20). Za zmínku také stojí ušetření financí při použití suchých systémů.

Druhou polovinou praktické části bylo srovnání podlahových konstrukcí. Původně navržený anhydrit se suchou skladbou fermacell. Suchou variantu jsem navrhoval především na stejnou výšku konstrukce, ale také s ohledem na akustiku, která by v bytových jednotkách měla vyhovovat normě (19). Dále je zde uvedena i druhá suchá varinata, kde je uvažován, že podkladní vrstva (stropní panely) je v podlahářské rovině a není tedy nutné vyrovnání. Tím se ušetří jak výška konstrukce, tak především celkové náklady a čas montáže.

Anhydrit patří do těžkých plovoucích podlah. Jedná se o mokrý proces, který je nutné od podkladu, v tomto případě od kročejové izolace umístěné pod ním, oddělit separační vrstvou. Další nevýhodou je nutnost před pokládkou finální nášlapné vrstvy broušení a vysychání. Tyto procesy zdržují ostatní práce.

Suchá skladba fermacell má sice nižší hodnotu kročejového útlumu, ale stále vyhoví normám pro bytové domy. Díky suché montáži je skladba hotová velmi rychle a ihned po pokládce pochozí. Druhý den je možné na rozdíl od anhydritu pokládat finální nášlapnou vrstvu. Celková cena, vzhledem k jiné kročejové izolaci, nutnosti broušení anhydritu a jeho oddělení od podkladu, je za metr čtvereční o něco nižší. Na ploše jednoho patra se to projeví cca 18 000 Kč. Se skladbou navrženou na menší výšku je to dokonce o 45 000 Kč.

Z výsledků je patrné, že by suché systémy měly patřit mezi běžně používané stavební práce. V naší době jsou již dostatečnou konkurencí pro ještě stále více používané mokré procesy. Zaběhlé tabu, že konstrukce na bázi sádry nemají dostatečně dobré vlastnosti pro soupeření s cihlou, či těžkou plovoucí podlahou, by tato práce mohla vyvrátit.

Tabulka 28: Závěrečné zhodnocení systémů

Zhodnocení VÝHOD a NEVÝHOD	
Stěny:	
Porotherm	
+	požární odolnost, pevnost
-	dražší, větší tloušťka zdí, pomalejší montáž, hmotnost, demontáž = zničení
Fermacell	
+	levnější, úspora plochy, rychlejší montáž, hmotnost, snadná demontáž
-	menší požární odolnost
Rigips	
+	levnější, úspora plochy, rychlejší montáž, hmotnost, snadná demontáž
-	menší požární odolnost
Podlahy:	
Anhydrit	
+	lepší kročejová neprůzvučnost
-	těžká konstrukce, celková skladba dražší, nutnost vysychání
Fermacell	
+	celková skladba levnější, možnost snížení výšky, lepší vzduchová neprůzvučnost, rychlejší montáž, možnost ihned zatížit konstrukci, druhý den možná pokládka finální nášlapné vrstvy
-	horší kročejová neprůzvučnost

Citovaná literatura

1. Nyč, Miroslav. *Sádrokarton*. Praha 7 : Grada Publishing, spol. s.r.o., 2001.
2. Fermacell. *Navrhování a provádění dřevostaveb*. Praha : Fermacell GmbH, 2015.
3. —. *Podlahové systémy*. Praha : Fermacell GmbH, 2015.
4. Ceník Fermacell. *Fermacell.cz*. [Online] 1. Prosinec 2016. [Citace: 28. Duben 2017.] <http://www.fermacell.cz/cz/docs/cenik-fermacell-cz-2017.pdf>.
5. Rigips. *Velká kniha sádrokartonu*. Praha : Saint-Gobain Construction Products CZ a.s. Divize Rigips, 2015.
6. Dřevostavby pro projektanty. *Rigips.cz*. [Online] 1. Říjen 2014. [Citace: 29. Duben 2017.] http://www.rigips.cz/files/2015/04/D%C5%99evostavby-pro-projektanty-11_2014.pdf.
7. Ceník Rigips. [Online] 1. Březen 2017. [Citace: 29. Duben 2017.] https://www.rigips.cz/files/cenik-rigips-2017/Rigips_Cen%C3%ADk_1.3.2017.pdf.
8. *Montážní příručka sádrokartonáře*. Praha : Saint-Gobain Construction Products CZ a.s. Divize Rigips, 2011.
9. Rigips. *Montáž desky Rigistabil*. [Online] Saint-Gobain Construction Products CZ a.s. Divize Rigips, 2015. [Citace: 10. Květen 2017.] <http://www.rigips.cz/montaz-desky-rigistabil/>.
10. Architektura a stavebnictví. [Online] 29. Únor 2016. [Citace: 28. Duben 2017.] <http://stavebnictvi-architektura.studentske.cz/2010/03/historie-cihly.html>.
11. Svépomocí.cz. *Youtube.com*. [Online] 19. Listopad 2015. [Citace: 28. Duben 2017.]
12. Produkty Wienerberger. *Wienerberger.cz*. [Online] 1. Únor 2017. [Citace: 29. Duben 2017.] <http://wienerberger.cz/produkty>.
13. Ceník Porotherm. *Wienerberger*. [Online] 1. Únor 2017. [Citace: 29. Duben 2017.] <http://wienerberger.cz/sluzby/ke-sta%C5%BEen%C3%AD>.
14. Horský, A., Šulista, R. *Podklad pro navrhování POROTHERM, 14. vydání*. České Budějovice : Wienerberger cihlářský průmysl, a.s., 2015.
15. Vlastní archiv Wienerberger cihlářský průmysl, a. s.
16. Anhydritové podlahy. [Online] 31. Březen 2016. [Citace: 28. Duben 2017.] <http://www.anhydritovepodlahy.eu/>.
17. Ceníky stavebních materiálů. *stavebni-cenik.cz*. [Online] 3. Duben 2008. [Citace: 29. Duben 2017.] <http://www.stavebni-cenik.cz/47-informace/informace/119-vlastnosti-anhydritovych-podlah>.
18. Lité anhydritové podlahy. *Archemo*. [Online] ArcheMo, s.r.o., 2012. <http://archemo.cz/sluzby/anhydritove-podlahy>.
19. ČSN 73 0532:2010. *Akustika – Ochrana proti hluku v budovách a souvisící akustické vlastnosti stavebních*. 2010.
20. ČSN 73 0540-1 až 4. *Tepelná ochrana budov*.
21. Ukazatelé pracnosti. *web.cvut.cz*. [Online] České vysoké učení technické v Praze, 1. Prosinec 2002. [Citace: 29. Duben 2017.] <http://web.cvut.cz/fa/u524/rea/podklady/ukazatele/podklady.html>.
22. Realitní kancelář EVROPA. [Online] 2016. [Citace: 1. Květen 2017.] <https://www.rkevropa.cz/>.
23. ČSN EN 73 0532. *B. Bytové domy – obytné místnosti bytu; Všechny místnosti druhých bytů, včetně příslušenství*.

Seznam tabulek

Tabulka 1: Charakteristické hodnoty SVD	13
Tabulka 2: Charakteristické hodnoty SDK	16
Tabulka 3: Charakteristické hodnoty cihelných bloků Porotherm tl. 11,5	21
Tabulka 4: Charakteristické hodnoty cihelných bloků Porotherm tl. 25	21
Tabulka 5: Charakteristické hodnoty litých anhydritových podlah	24
Tabulka 6: Srovnání mezibytové příčky	29
Tabulka 7: Srovnání příček	30
Tabulka 8: Užité plochy bytu 1	31
Tabulka 9: Užité plochy bytu 2	31
Tabulka 10: Užité plochy bytu 3	32
Tabulka 11: Užité plochy bytu 4	32
Tabulka 12: Užité plochy bytu 5	32
Tabulka 13: Výhody a nevýhody fermacell příček	33
Tabulka 14: Výhody a nevýhody Rigips příček	33
Tabulka 15: Původní skladba podlahy P7	36
Tabulka 16: Původní skladba podlahy P8	37
Tabulka 17: Původní skladba podlahy P9	38
Tabulka 18: Nově navržená skladba podlahy P7 – var.1	40
Tabulka 19: Nově navržená skladba podlahy P7 – var.2	41
Tabulka 20: Nově navržená skladba podlahy P8 – var.1	42
Tabulka 21: Nově navržená skladba podlahy P8 – var.2	43
Tabulka 22: Nově navržená skladba podlahy P9 – var.1	44
Tabulka 23: Nově navržená skladba podlahy P9 – var.2	45
Tabulka 24: Mokrý skladba - Anhydrit	46
Tabulka 25: Suchá skladba - Fermacell	46
Tabulka 26: Výhody a nevýhody suché skladby fermacell – var. 1	46
Tabulka 27: Výhody a nevýhody suché skladby fermacell – var. 2	47
Tabulka 28: Závěrečné zhodnocení systémů	53

Seznam obrázků

Obrázek 1: Montáž stěny s deskami fermacell na kovovou konstrukci	14
Obrázek 2: Lepení a šroubování suché podlahy fermacell	15
Obrázek 3: Vyrovnání podkladu vyrovnávacím podsypem fermacell	15
Obrázek 4: Vkládání minerální izolace do dutiny příčky (8)	17
Obrázek 5: Instalační stěna s konstrukcemi pro upevnění (8)	18
Obrázek 6: Vtlačení pásky do tmelené spáry (9)	18
Obrázek 7: Příklad neomítnuté nenosné příčky (14)	22
Obrázek 8: Elektrorozvody a krabičky pro zásuvky v neomítnuté stěně (15)	23
Obrázek 9: Nanášení malty pro tenké spáry válcem (14)	23
Obrázek 10: Doprava litého anhydritu na stavbě (18)	25
Obrázek 11: Realizace anhydritové podlahy (18)	26
Obrázek 12: Čerstvě vylitý anhydrit (18)	26
Obrázek 13: Půdorys typického podlaží se zvýrazněnými konstrukcemi	27
Obrázek 14: Úryvek harmonogramu – hrubá podlaha, vytvořeno v programu Microsoft Project	49
Obrázek 15: Úryvek harmonogramu – nášlapná vrstva, vytvořeno v programu Microsoft Project	50