

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



**DIPLOMOVÁ PRÁCE
Stavebně – technologický projekt
ESET, Brigádníků, Praha 10**

Martin Červený

2017

Vedoucí diplomové práce: Ing. Karel Polák, PhD.



ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Červený Jméno: Martin Osobní číslo: 395670

Zadávací katedra: K122 - Katedra technologie staveb

Studijní program: (N3607) Stavební inženýrství

Studijní obor: (3607T045) Příprava, realizace a provoz staveb

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: Stavebně technologický projekt - ESET, Brigádníků, Praha 10

Název diplomové práce anglicky: Constructive - technological project - ESET, Brigádníků, Praha 10

Pokyny pro vypracování:

- 1) STP - viz. příloha k zadání diplomové práce
- 2) Technologické posouzení skladby obvodových konstrukcí
- návrh jednotlivých variant - min. 3 řešení, jejich posouzení (čas, cena, součinitel prostupu tepla)
- 3) Vyhodnocení pomocí metod vícekriteriálního hodnocení

Seznam doporučené literatury:

Neufert E.: Navrhování staveb: Příručka pro stavebního odborníka, stavebníka, vyučujícího i studenta. Praha, CONSULTINVEST, 1995

Ladra, J. a kol.: Technologie staveb - realizace železobetonové monolitické konstrukce budov, ČVUT Praha 200

Jméno vedoucího diplomové práce: Ing. Karel Polák, Ph.D.

Datum zadání diplomové práce: 7.10.2016 Termín odevzdání diplomové práce: 8.1.2017

Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku

Podpis vedoucího práce

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“.

Datum převzetí zadání

Podpis studenta(ky)

Nejprve bych chtěl poděkovat svému vedoucímu diplomové práce Ing. Karlu Polákovi, Ph.D. za vedení, konzultace a cenné rady, kterými mi pomohl ke zpracování a dokončení této práce.

Prohlašuji, že jsem předloženou práci vypracoval samostatně a že jsem uvedl veškeré použité informační zdroje v souladu s Metodickým pokynem o etické přípravě vysokoškolských závěrečných prací.

V Praze dne

.....

Podpis

Abstrakt

Název práce: Stavebně – technologický projekt, ESET, Brigádníků, Praha 10

Obsahem diplomové práce je zpracování stavebně technologického projektu na stavbu psychosomatické kliniky ESET na Praze 10 v ulici Brigádníků. První část se věnuje posouzení předané projektové dokumentace, technologické a časové struktury a řešení zařízení staveniště.

Autor se v další části věnuje technologickému posouzení skladby obvodových konstrukcí. Kromě skutečné varianty navrhuje tři odlišné skladby obvodových konstrukcí. Jednotlivé skladby jsou posuzovány z hlediska technologického, časového, finančního a z pohledu stavební fyziky.

Výsledkem je posouzení těchto variant metodou vícekriteriálního hodnocení.

Klíčová slova:

Stavebně technologický projekt

Technologie

Skladba konstrukce

Vícekriteriální hodnocení

Abstract

Work title: Constructive – technological project – ESET, Brigádníků, Praha 10

The content of this diploma thesis is constructive – technological project on the psychosomatic clinic ESET in Prague. First part is focused on the assessment of project documentation, technological and time structure and site facilities.

The author devotes the next part to the technological analysis of the structural composition. In addition to the actual variant proposes three different options . Individual options are evaluated in terms of technology, time, financial and on terms of building physics.

In the conclusion of this thesis the individual options are compared with multi criteria analysis.

The keywords:

Constructive – technological project

Technology

Structural composition

Multi criteria analysis

Obsah

Úvod	1
1 Stavebně technologický projekt.....	2
1.1 Zadávací dokumentace	2
1.1.1 Základní údaje o stavbě	2
1.1.2 Popis objektu	2
1.1.3 Seznam předané dokumentace	2
1.2 Posouzení předané dokumentace	4
1.3 Řešení prostorové struktury	5
1.3.1 Rozdělení na stavební objekty	5
1.3.2 Rozdělení do technologických etap	6
1.3.3 Stanovení součinitelů pracovní fronty	7
1.4 Řešení zařízení staveniště	7
1.4.1 Technická zpráva zařízení staveniště	7
1.4.2 Dimenzování sociálního a provozního ZS	10
1.4.3 Návrh a posouzení zdvihacího prostředky	12
1.5 Řešení technologické struktury	13
1.5.1 Rozborový list	13
1.5.2 Technologický normál	13
1.5.3 Kontrolní a zkušební plán	13
1.5.4 Environmentální plán	13
1.5.5 Plán rizik BOZP	14
1.6 Řešení časové struktury	14
1.6.1 Časový plán	14
1.6.2 Časoprostorový graf	14
2 Technologické postupy	15
2.1 Technologický postup zdění HELUZ	15
2.2 Technologický postup zdění Ytong	19
2.3 Technologický postup zdění Porotherm	24
3 Technologická analýza	29
3.1 Zvolené systémy vhodné pro vybranou stavbu	29
3.1.1 Zdivo HELUZ	29
3.1.2 Zdivo Porotherm s KZS	30
3.1.3 Zdivo Porotherm s odvětrávanou fasádou	31
3.1.2 Zdivo Ytong s KZS	31
3.2 Kalkulace nákladů	32
3.3 Časová náročnost	37
3.4 Porovnání prostupů tepla konstrukcí	42
4 Vícekriteriální hodnocení	44
Závěr	46

Použitá literatura	48
Seznam příloh	49

Úvod

Ve své práci se zaměřím na objekt psychosomatické a psychotherapeutické kliniky v Praze Strašnicích na základě převzaté projektové dokumentace. Cílem mé práce je vytvořit stavebně technologický projekt a technologickou analýzu obvodové konstrukce v porovnání s dalšími navrženými variantami.

Cílem první část diplomové práce je vytvoření prostorové, časové a technologické struktury pro realizaci výstavby zadaného objektu. V projektu dále posoudím převzatou dokumentaci z hlediska úplnosti a správnosti podle zákonných předpisů. Zaměřím se také na dimenzování staveniště během čtyř různých fází výstavby.

Ve druhé části diplomové práce se zabývám řešením různých typů obvodových konstrukcí. Kromě projektantem skutečně navržené skladby srovnávám také možnosti z jiných zdících prvků a s odlišným systémem zateplení.

Cílem je vytvořit analýzu těchto variant. Srovnání nákladů pomocí kalkulací, časové náročnosti, srovnání technologie a tepelně technických vlastností.

V závěru pak vyhodnocuji jednotlivé možnosti. Zhodnocení bude vytvořeno pomocí vícekritériální metody hodnocení.

1 Stavebně technologický projekt

1.1 Zadávací dokumentace

1.1.1 Základní údaje o stavbě

Název objektu: ESET, Psychoterapeutická a psychosomatická klinika

Druh stavby: Novostavba

Místo stavby: Brigádníků, Praha 10 – Strašnice, poz.č. 2769/7, 2769/12, 2769/13, 2769/15

Účel stavby: Zdravotnické ambulantní zařízení

Termín zahájení a dokončení stavby: 27.2.2017 – 15.3.2018

1.1.2 Popis objektu

Jedná se o budovu s jedním podzemním a čtyřmi nadzemními podlažími s obdelníkovým půdorysem 23x24 m. Nosný systém je kombinací zděného a sloupového systému. Objekt je založený na základových pasech. Podzemní podlaží tvoří železobetonové sloupy 400x400 mm, železobetonové stěny a stěny ze ztraceného bednění tl. 300 mm. Podzemí bude využito i jako podzemní garáže, sjezd do nich bude vyhříváný. Nadzemní podlaží je opět ze železobetonových sloupů a zděných konstrukcí z keramického cihelného zdiva Heluz tloušťky 440 mm. Stropní konstrukce jsou monolitické deskové tloušťky 200 mm. V místech usazení stropu na sloupy je provedeno dodatečné zesílení. Zastřešení je tvořeno valbovým krovem se sklonem 20°. Schodiště je navrženo z prefabrikovaných ramen osazených na monolitické konstrukce. V objektu se nachází výtah z podzemního podlaží do třetího nadzemního podlaží. Jeho šachta je tvořena ze ztraceného bednění tloušťky 200 mm. Mezi třetím a čtvrtým podlažím je navrženo malý nákladní výtah se zákazem přepravy osob. Obvodová konstrukce z cihel Heluz splňuje požadavky na prostupy tepla konstrukcí a není zateplená. Povrchovou úpravu tvoří z části omítky a cihelné obkladové pásy. Nad ochozem je pak odvětrávaný obklad z dřevěných nehořlavých desek.

Stavba se nachází na rovinném pozemku. Vzhledem k umístění objektu jsou výkopové práce prováděny se záporovým pažením ze všech stran objektu. Jako rampa do jámy slouží během výstavby sjezd do podzemních garáží.

1.1.3 Seznam předané dokumentace

- A. Průvodní zpráva
- B. Souhrnná technická zpráva
- C. Situace
- D. Dokladová část
- E. POV
- F.1.1 Objekt SO 01 - Stavební část

- F.1.2 Projekt požární ochrany
- F.1.3 Konstrukční část
- F.1.4 Technika prostředí
 - F.1.4.1 Zdravotní instalace
 - F.1.4.2 Energetický zdroj
 - F.1.4.3 Vytápění
 - F.1.4.4 Chlazení
 - F.1.4.5 Vzduchotechnika
 - F.1.4.6 Elektroinstalace silnoproud
 - F.1.4.7 Elektroinstalace slaboproud
- Položkový rozpočet

Projektová dokumentace je přiložena v podobě příloh.

1.2 Posouzení předané projektové dokumentace

Posouzení úplnosti a správnosti projektové dokumentace dle Vyhlášky č. 62/2013 Sb., Přílohy č. 5 k vyhlášce č. 499/2006 Sb.:

Tab. 1: Posouzení předané dokumentace

Posouzení předané dokumentace		
Dle Vyhlášky č. 62/2013 Sb., Přílohy č. 5 k vyhlášce č. 499/2006 Sb.		
Části projektové dokumentace		
A	Průvodní zpráva	ANO
B	Souhrnná technická zpráva	ANO
C	Situace stavby	Neúplné
D	Dokumentace objektů	Neúplné
E	Dokladová část	Chybí
Část	Popis	
A	Průvodní zpráva	ANO
A.1	Identifikační údaje	ANO
A.1.1	Údaje o stavbě	ANO
A.1.2	Údaje o stavebníkovi	ANO
A.1.3	Údaje o zpracovateli projektové dokumentace	ANO
A.2	Seznam vstupních podkladů	ANO
A.3	Údaje o území	ANO
A.4	Údaje o stavbě	ANO
A.5	Členění stavby na objekty a technická a technologická zařízení	ANO
B	Souhrnná technická zpráva	ANO
B.1	Popis území stavby	ANO
B.2	Celkový popis stavby	ANO
B.2.1	Účel užívání stavby	ANO
B.2.2	Celkové urbanistické a architektonické řešení	ANO
B.2.3	Celkové provozní řešení, technologie výstavby	ANO
B.2.4	Bezbariérové užívání stavby	ANO
B.2.5	Bezpečnost při užívání stavby	ANO
B.2.6	Základní charakteristika objektu	ANO
B.2.7	Základní charakteristika techn.a technolog. zařízení	ANO
B.2.8	Požárně bezpečnostní řešení	ANO
B.2.9	Zásady hospodaření s energiemi	ANO
B.2.10	Hygienické požadavky na stavby	ANO
B.2.11	Ochrana stavby před negativními účinky prostředí	ANO
B.3	Napojení na technickou infrastrukturu	ANO
B.4	Dopravní značení	ANO
B.5	Řešení vegetace a souvisejících terénních úprav	ANO
B.6	Popis vlivů stavby na živ.prostředí a jeho ochrana	ANO
B.7	Ochrana obyvatelstva	ANO
B.8	ZOV	ANO
C	Situační výkresy	Neúplné
C.1	Širší vztahy	ANO
C.2	Celkový situační výkres stavby	ANO
C.3	Koordinační situace	NE
C.4	Katastrální situační výkres	ANO
C.5	Speciální situační výkresy	NE
D	Dokumentace objektů a technických a technologických zařízení	Neúplná
D.1	Dokumentace stavebního nebo inženýrského objektu	Neúplná
D.1.1	Architektonicko stavební část	ANO
D.1.2	Stavebně konstrukční řešení	Neúplná
D.1.3	Požárně bezpečnostní řešení	ANO

D.1.4	Technika prostředí staveb	ANO
D.2	Dokumentace technických a technolog. zařízení	ANO
E	Dokladová část	NE
E.1	Závazná stanoviska, rozhodnutí, vyjádření dotčených orgánů	NE
E.2	Stanovisko vlastníků veřejné dopravní infrastruktury	NE
E.2.1	Stanoviska vlastníků veřejné dopravní infrastruktury k možnosti napojení, vyznačená například na situačním výkrese	NE
E.2.2	Stanoviska vlastníka nebo provozovatele k podmínkám zřízení stavby, provádění prací a činností v dotčených ochranných a bezpečnostních pásmech podle jiných právních předpisů	NE
E.3	Geodetický podklad pro projektovou činnost zpracovaný podle jiných právních předpisů	NE
E.4	Projekt zpracovaný báňským projektantem	NE
E.5	Průkaz energetické náročnosti budovy	NE
E.6	Ostatní stanoviska, vyjádření, posudky a výsledky jednání vedených v průběhu zpracování dokumentace	NE

Z konstrukčního i technologického hlediska je předaná dokumentace v pořádku. Problém může nastat v nepřehlednosti výkresů, některé kóty a text se navzájem překrývají a jsou nečitelné. Problémem u některých kót je jejich umístění nebo úplná absence, umístění a délky některých konstrukcí by se musely dopočítávat přes jiné kóty. V řezech chybí legendy, skladby vrstev podlah a obvodových konstrukcí. Předaná dokumentace neobsahuje žádné statické výpočty.

V položkovém rozpočtu chybí u některých položek jejich kódy, ostatní položky jsou modifikované jako tzv. R položky. To může v některých případech způsobit rozpory v jejich rozsahu a zařazení.

1.2 Řešení prostorové struktury

Součástí řešení prostorové struktury je přiložená příloha č.1

1.3.1 Rozdělení na stavební objekty

Stavba je rozdělena do pěti stavebních objektů. Samotné stavby kliniky, komunikací a zpevněných ploch, oplocení, sadových a terénních úprav a přípojek. Schéma objektů je znázorněno v příloze.

Tab. 2: Rozdělení na stavební objekty

Rozdělení na stavební objekty	
SO1	Stavební objekt ESET
SO2	Komunikace a zpevněné plochy
SO3	Oplocení
SO4	Sadové úpravy, úpravy terénu
SO5	Přípojky voda, kanalizace, elektro

1.3.2 Rozdělení do technologických etap

Stavba je rozdělena do deseti technologických etap. V následující tabulce je k jednotlivým etapám přiřazen výpis hlavních činností, poloha a směr postupu prací. Technologické schéma je znázorněno v příloze.

Tab. 3: Technologické etapy

Technologická etapa	Popis činnosti	Poloha	Směr postupu prací
Zemní práce	Sejmutí ornice, výkopy, vytyčení, pažení	A1 - B1	H
Základové konstrukce	Sejmutí ornice, výkopy, vytyčení, bednění, armování, betonáž, ošetření betonu, odbednění, izolace	A1 - B1	H
Hrubá vrchní stavba	Příprava podkladů, zdění, bednění (průvlaky, strop, balkon), armování, betonáž, odbednění (průvlak, strop, balkon)	A1 až A5	HV
Zastřešení	Dodání nosníků na stavbu, usazení nosníků, záklop, střešní krytina z asfaltových pásů, klempířské práce, komín	A6	H
Vnitřní práce	Vyzdění příček, rozvody instalací, osazení oken, hrubé podlahy	A1 až A5	HV
Povrchové úpravy	Omítky, obklady, podkladní a nášlapné vrstvy podlah, sádkartonové podhledy	A1 až A5	HV
Kompletace rozvodů instalací	Osazení ZTI, osazení plynových spotřebičů	A1 až A6	HV
Kompletační vnitřní práce	Malby a nátěry, truhlářské práce, zámečnické práce, osazení dveří	A1 až A5	HV
Fasáda	Kontakní zateplení, probarvená omítka, klempířské práce	A1 až A6	H5
Čisté terénní úpravy	Úklid staveniště, vybudování chodníků a parkovacích míst, rozprostřena ornice, osev trávníků, osazení stomy	B1	H

1.3.3 Stanovení součinitelů pracovní fronty

Tab. 4: Stanovení hlavních součinitelů pracovní fronty

Stanovení hlavních součinitelů pracovní fronty					
Technologická etapa		MJ	M	C	fij (%)
0	Zemní práce	m2	202	606	33,3
1	Základové konstrukce	m2	202	606	33,3
2	Hrubá vrchní stavba	m2	202	606	33,3
3	Zastřešení	m2	210	420	50,0
4	Vnitřní práce	m2	202	606	33,3
5	Povrchové úpravy	m2	202	606	33,3
6	Kompletace rozvodů	m2	202	606	33,3
7	Kompletační vnitřní práce	m2	202	606	33,3
8	Fasáda	m2	180	650	27,7
9	Čisté terénní úpravy	m2	50	2200	2,3
MJ	Měrná jednotka				
M	Minimální pracovní fronta				
C	Celkový pracovní prostor				
fij	Součinitel pracovní fronty $fij=(M/C).100$				

1.4 Řešení zařízení staveniště

1.4.1 Technická zpráva zařízení staveniště

- 1) Informace o rozsahu a stavu staveniště, předpokládané úpravy staveniště, jeho oplocení, trvalé deponie a mezideponie, příjezdy a přístupy na staveniště

Stávající plocha staveniště, které se na parcelách je zatravněná a rostou zde náletové dřeviny, které nevyžadují povolení ke kácení. Před započítáním stavby budou náletové dřeviny odstraněny a provede se skrývky ornice do hloubky 20 cm. Část ornice bude umístěna na mezideponii a následně bude využita k závěrečným úpravám terénu. Před zahájením výkopů musí být přizván archeolog k provedení archeologického průzkumu – musí vydat zprávu, která bude předložena při kolaudaci. Vzhledem k velikosti stavby bude staveniště zřízeno na pozemku investora bez zásahu do veřejných prostor, s výjimkou budování přípojek inženýrských sítí.

Stavba bude důsledně oddělena od veřejných prostor neprůhledným oplocením výšky 2,0 m, které bude provedeno po obvodu celého pozemku investora. Příjezdy a přístupy na staveniště budou po příjezdové komunikaci z ulice Úvalská. Během výstavby bude u napojení na komunikaci umístěna značka „zákaz vjezdu“ s doplňkovou cedulí „mimo vozidel stavby“. V ulici Úvalská bude omezena maximální rychlost na 30km/h. Na komunikaci budou umístěny cedule s upozorněním na probíhající stavbu a vjezd/výjezd ze stavby. Vstup bude opatřen uzamykatelnou bránou. Zařízení staveniště (šatna, WC, sklad a kancelář) bude umístěno v sousedním objektu

„dřevěnce,, které má investor pronajatý. Tento sousední objekt je umístěn na pozemku 2769/5.

2) Významné sítě technické infrastruktury

Významné sítě technické infrastruktury se nevyskytují.

3) Napojení staveniště na zdroje vody, elektřiny, odvodnění staveniště

Voda a elektrická energie bude napojena ze stávajících přípojek v objektu „dřevěnky“ na pozemku 2769/5. Přesné umístění určí investor při zahájení stavby.

Stanovení maximálního zdánlivého příkonu:

- míchačka	8,5 kW
- vibrátory 2ks x 2,2 kW	8,8 kW
- oblouková svářečka	14,0 kW
- drobné spotřebiče	30,0 kW
- jeřáb	38,5 kW
Instalovaný příkon přístrojů	98,8 kW
Součinitel souběžnosti 0,7	
Potřebný příkon (0,7x 98,8)	69,2 kW

Spotřeba el. energie pro potřeby zařízení staveniště bude řešena v rámci umístění v sousedním objektu. Spotřeba stavebních strojů je řešena přípojkou na západní straně pozemku.

Zásobování staveniště vodou

- navlhčení bednění	20 l
- ošetření čerstvého betonu	300 l
- výroba malty	200 l
- mytí aut	300 l
Spotřeba za směnu= 8hod	820 l
Koeficient nerovnoměrnosti	1,6
Spotřeba vody (420x1,6):(8x3600)	0,04 l/s

Spotřeba vody pro potřeby zařízení staveniště bude řešena v rámci umístění v sousedním objektu.

4) Řešení zařízení staveniště včetně využití nových a stávajících objektů

Pro zařízení staveniště bude využit sousední objekt „dřevěnka,, který je umístěn na sousedním pozemku. Investor má tento objekt pronajatý.

5) Popis staveb zařízení staveniště vyžadujících ohlášení,

Nevznikají stavby zařízení staveniště vyžadující ohlášení.

6) Stanovení podmínek pro provádění stavby z hlediska bezpečnosti a ochrany zdraví, plán bezpečnosti a ochrany zdraví při práci na

staveništi podle zákona o zajištění dalších podmínek bezpečnosti a ochrany zdraví při práci,

Délka pracovní doby, režim vstupu pracovníků na staveniště a způsob označení a zabezpečení stavby bude stanoven ve smluvním vztahu mezi investorem a zhotovitelem stavby, nejpozději při předání staveniště. Výstavba bude probíhat v denní době. Po dobu provádění stavby je třeba dále zajistit dodržování závazných bezpečnostních předpisů ve stavebnictví a nařízení.

7) Podmínky pro ochranu životního prostředí při výstavbě

Jedním z největších omezení okolí při provádění stavby bude staveništní doprava zabezpečující odvoz zeminy a odpadu ze stavby a zásobování stavby materiálem. Při provádění stavebních prací je nutno respektovat zejména:

Ochranu proti hluku a vibracím

- Zhotovitel stavebních prací je povinen používat stroje a mechanismy v dobrém technickém stavu a jejichž hlučnost nepřekračuje hodnoty stanovené v technickém osvědčení. Při provozu hlučných strojů v místech, kde vzdálenost umístěného stroje od okolní zástavby nesnižuje hluk na hodnoty stanovené hygienickými předpisy, je nutno zabezpečit pasivní ochranu (kryty, akustické zástěny apod.)
- Při stavební činnosti bude nutno dodržovat povolené hladiny hluku pro dané období stanovené v NV č. 502 o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací. Částka 146/2000 Sb., hladiny hluku ze stavební činnosti jsou následující:

V době od 07.00 do 21.00	60 db
V době od 06.00 do 07.00	55 db
V době od 21.00 do 22.00	55 db
V době od 22.00 do 06.00	45 db

Měřeno 2m před obytnými a ostatními chráněnými objekty.

Ochrana proti znečišťování ovzduší výfukovými plyny a prachem

Dodavatel je povinností zabezpečit provoz dopravních prostředků produkujících ve výfukových plynech škodliviny v množství odpovídajícím platným vyhláškám a předpisům o podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích. Nasazování stavebních strojů se spalovacími motory omezovat na nejmenší možnou míru, provádět pravidelně technické prohlídky vozidel a pravidelné seřizování motorů.

Ochrana proti znečišťování komunikací a nadměrné prašnosti

Vozidla vyjíždějící ze staveniště musí být řádně očištěna, aby nedocházelo ke znečištění veřejných komunikací zejména zeminou, betonovou směsí apod. Případné znečišťování veřejných komunikací musí být pravidelně odstraňováno. Vozidla dopravující sypké materiály musí používat k zakrytí hmot plachty, vybouranou suť je nutno v případě zvýšené prašnosti zkrápat.

8) Orientační lhůty výstavby a přehled rozhodujících dílčích termínů.

Zahájení stavby: Únor 2017

Ukončení stavby: Březen 2018

Staveniště bude dle postupu stavby omezováno, na závěr stavby bude staveniště zlikvidováno.

9) Řešení zařízení staveniště

Součástí řešení zařízení staveniště jsou 4 výkresy ZS pro jednotlivé fáze výstavby:

- Zemní práce
- Hrubá stavba
- Hrubá vnitřní stavba
- Dokončovací práce, sadové úpravy

Výkresy zařízení staveniště jsou přiloženy jako přílohy č. 2 - 4

1.4.2 Dimenzování sociálního a provozního ZS

Zemní práce

Počet zaměstnanců na stavbě 20.

a) Sociální a hygienické objekty zařízení staveniště

Záchody

Počet záchodových sedadel pro ženy celkem:		0 ks
Počet záchodových sedadel pro muže celkem:		2 ks
Počet záchodových muší celkem:		2 ks
Šatny		
Celková plocha šaten:		32 m ²
Umývárny		
Celkový počet umývadel:		1 ks
Celkový počet sprch:		1 ks
Potřeba vody		
Spotřeba pitné vody:	2.76	m ³ /den
kppn	koeficient pro přístřešky před nepohodou:	0
ksat	Koeficient plochy šaten:	1.25

b) Provozní objekty zařízení staveniště

Potřeba užitkové vody		
-----------------------	--	--

Vteřinová spotřeba vody: :	2.34	l/s
Kanceláře		
Plocha kanceláří pro správu staveništního provozu:	26	m ²
Potřeba elektrické energie		
Celkové množství požární vody:	10,72	l*sec-1
O světlosti potrubí vodovodní přípojky rozhoduje požární voda		
Pro rozhodný průtok navrhuji světlost potrubí :	100	mm

Fáze hrubé vrchní stavby

Počet zaměstnanců na stavbě: 40

a) Sociální a hygienické objekty zařízení staveniště

Záchody		
Počet záchodových sedadel pro muže celkem:	2	ks
Počet záchodových muší celkem:	2	ks
Šatny		
Celková plocha šaten:	50	m ²
Umývárny		
Celkový počet umývadel:	2	ks
Ubytovny		
Celková plocha ubytoven:	120	m ²
Potřeba vody		
Spotřeba pitné vody:	7,32	m ³ /den

b) Provozní objekty zařízení staveniště

Potřeba užitkové vody		
Vteřinová spotřeba vody: :	1.81	l/s
Kanceláře		
Plocha kanceláří pro správu staveništního provozu:	24	m ²
Potřeba elektrické energie		
Maximální současný zdánlivý příkon:	69,2	kVA
Potřeba požární vody		
Celkové množství požární vody:	10.72	l*sec-1
O světlosti potrubí vodovodní přípojky rozhoduje požární voda		
Pro rozhodný průtok navrhuji světlost potrubí :	125	mm

Fáze hrubé vnitřní stavby a dokončovacích prací

Počet zaměstnanců na stavbě: 35

a) Sociální a hygienické objekty zařízení staveniště

Záchody		
Počet záchodových sedadel pro muže celkem:	2	ks
Počet záchodových muší celkem:	2	ks
Šatny		
Celková plocha šaten:	43,75	m ²
Umývárny		
Celkový počet umývadel:	2	ks
Ubytovny		
Celková plocha ubytoven:	105	m ²
Potřeba vody		
Spotřeba pitné vody:	6,405	m ³ /den

b) Provozní objekty zařízení staveniště

Potřeba užitkové vody		
Vteřinová spotřeba vody: :	1.81	l/s
Kanceláře		
Plocha kanceláří pro správu staveništního provozu:	24	m ²
Potřeba elektrické energie		
Maximální současný zdánlivý příkon:	62.20	kVA
Potřeba požární vody		
Celkové množství požární vody:	10.72	l*sec-1
O světlosti potrubí vodovodní přípojky rozhoduje požární voda		
Pro rozhodný průtok navrhuji světlost potrubí :	125	mm

1.4.3 Návrh a posouzení zdvihacího prostředku

Požadované hodnoty

- Maximální dosah břemene $R_{max} = 30$ m
- Požadovaná nosnost $M_{max} = 3,0$ t (přefa dílce)
- Požadovaná minimální výška jeřábu $H = 22,1$ m

- Výška objektu 13,9 m
- Požadovaná manipulační výška 2,2 m
- Výška závěsu 3 m
- Výška břemene 3 m

Navržený jeřáb – Potain MCT 78

- Výška jeřábu 27,8 m
- Délka maximálního vyložení 30 m
- Maximální únosnost při vyložení 25 m – 3 t
- Způsob založení – vybudovaný základ pod kříž 3,8x3,8 m

Navržený jeřáb Potain MCT 78 vyhovuje maximálním požadovaným hodnotám – výšce, dosahu i maximální nosnosti.

1.5 Řešení technologické struktury

1.5.1 Rozborový list

Na základě činností v položkovém rozpočtu byl vytvořen rozborový list. Výkazy výměr jsou přebrané právě z výkazu výměr, jednotlivé pracnosti jsem činnostem přiřadil na základě pracností v rozpočtovém programu Kros 4, softwaru Contec, pracnosti uváděné výrobcí materiálů, případně byly upraveny podle vlastního uvážení s ohledem na podmínky stavby. Formát seřazení prací zůstal stejný, jako je tomu zvykem v rozpočtářských programech, tedy podle kódů položek.

K časově ohodnoceným činnostem jsem přiřadil složení pracovních čet a hlavních používaných stroje. Jednotlivé činnosti pak byly sloučeny do procesů, z kterých je vytvořen technologický normál.

Rozborový list je přiložen jako příloha č. 5

1.5.2 Technologický normál

Na základě vytvořeného rozborového listu byly jednotlivé činnosti sloučeny do procesů, z kterých byl vytvořen technologický normál. Každému procesu byla přidána vazba na jiné procesy a zařazení do technologické etapy. Časy procesů vychází z činností v rozborovém listu.

Technologický normál je přiložen jako příloha č. 6

1.5.3 Kontrolní a zkušební plán

Pro vytvoření kontrolního a zkušebního plánu jsem použil software Contec, do kterého byl převeden rozpočet pro zadaný objekt.

Kontrolní a zkušební plán je přiložen jako příloha č. 7

1.5.4 Environmentální plán

Pro vytvoření environmentálního plánu jsem použil software Contec, do kterého byl převeden rozpočet pro zadaný objekt.

Environmentální plán je přiložen jako příloha č. 8

1.5.5 Plán rizik BOZP

Pro vytvoření plánu rizik BOZP jsem použil software Contec, do kterého byl převeden rozpočet pro zadaný objekt.

Plán rizik BOZP je přiložen jako příloha č. 9

1.6 Řešení časové struktury

1.6.1 Časový plán

Časový plán byl vypracován pomocí softwaru MS Project. Na základě vazeb mezi jednotlivými procesy byl vytvořen síťový graf se znázorněním kritické cesty.

Síťový graf je přiložen jako příloha č. 10

1.6.2 Časoprostorový graf

Součástí přílohy časoprostorového grafu jsou rovněž grafy nasazení pracovníků, rozhodujících materiálů, strojů a mechanismů.

Časoprostorový graf je přiložen jako příloha č. 11

2. Technologické postupy

Technologické postupy jsou ve všech případech pro zdění. A to vzhledem k zaměření druhé části práce na porovnání variant obvodových konstrukcí zadaného objektu. Jedná se o konstrukce ze zdiva Heluz tloušťky 440 mm, Ytongu tloušťky 300 mm a Porothermu tloušťky 300 mm.

2.1 Technologický postup zdění HELUZ

Konstrukční a materiálové řešení

Nosné konstrukce z cihelného zdiva HELUZ a jiných systémových prvků HELUZ. Jedná se o obvodové zdivo tloušťky 440 mm z broušených cihel HELUZ FAMILY pevnosti P10 lepených celoplošně na maltu. Obvodové stěny splňují požadavky na prostup tepla konstrukcí a nebudou zatepleny. Vnější úprava bude ve třech variantách, z omítky, cihelných obkladů a obkladových desek CETRIS.

Podmínky vhodné k realizaci

Realizovat asfaltové pásy by se nemělo při nižších teplotách, než jsou ty doporučené, během sněžení, deště, námrazy nebo při špatných povětrnostních podmínkách. Pro asfaltové pásy se doporučují minimální teploty vzduchu:

- +5°C pro modifikované pásy
- +10°C pro oxidované pásy

Teplota podkladní vrstvy by neměla být nižší než +5°C, nejvyšší teplota by neměla přesáhnout 50°C. V případě vysoké teploty by mohlo docházet k teplotní roztažnosti materiálu, a tím i k vzniku nedovoleného napětí v asfaltových pásích. Pokud není možné se vyhnout těmto nevhodným podmínkám, je potřeba vytvořit pomocná opatření (například vytápěné stany nebo přístřešky). Materiály by měly být před realizací skladovány ve vytápěných prostorech.

Požadavky na související konstrukce

Před samotnou realizací je nutné prověřit stav podkladních konstrukcí, jedná se o kompletnost, kvalitu provedení a kontrolují se také návazné konstrukce. Vrchní líc konstrukce má být soudržný, kompaktní, zbavený nečistot, mastnot, cementového mléka a zbaven cizích těles (úlomků, kamenů apod.). Požadavkem je rovinnost max. 5mm prováděnou dvoumetrovou latí. Výstupky nesmí být větší než 1,5mm a prohlubně 3mm. Hrany se upravují podle výrobce pásů.

Charakteristika materiálů

- Broušená cihla HELUZ FAMILY 44, P10.
- Třída pevnosti v tlaku – 10 MPa

- Součinitel prostupu tepla $U = 0,17 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Tepelný odpor $R = 5,68 \text{ m}^2\text{K/W}$
- Vzduchová neprůzvučnost – 40 dB
- Objemová hmotnost – 650 kg/m^3
- Požární odolnost REI 180
- Reakce na oheň – třída A1

Nosné překlady HELUZ

- Tepelná vodivost $1,29 \text{ W/mK}$
- Třída reakce na oheň A1
- Požární odolnost R120

Zdící malta

- Pevnost v tlaku – 10 N/mm^2
- Součinitel tepelné vodivosti $\lambda = 0,6 \text{ W/mK}$
- Doba zpracovatelnosti – 3- 4 hodiny (v závislosti na teplotě)

Pracovní postup

Před zděním je potřeba zkontrolovat, zdali je podklad čistý, uklizený, bez ostrých hrotů nebo výrazných nerovností, které by bylo potřeba srovnat. Podobná kontrola bude provedena také u zdiva. Zdivo je vhodné zakládat nejprve v rozích, pokud není zakládací vrstva výškově rovná, začíná se s nejvýše postaveným rohem. Pokud se zdivo ukládá s přesahem přes základ, neměl by být vyšší než $1/6$ tloušťky zdiva. Hotová by měla být hydroizolace spodní základů minimálně pod nosnými stěnami, a to v šířce zdi s přesahem minimálně 150 mm na každé straně.

První vrstva tvárnic se zakládá do vápenocementové malty. Vzhledem k tomu, že vrstva má i vyrovnávací funkci, pohybuje se její tloušťka zhruba od 5 do 20 mm v závislosti na rovinnosti podkladu. V této vrstvě lze provést výškové a směrové korekce. Základová směs má oproti zdící maltě výrazně delší dobu, při které je možné polohu zdiva korigovat pomocí gumového kladívka. Za běžných teplot je malta zpracovatelná 4 hodiny. Styčné spáry se maltují tenkovrstvou zdící maltou. První vrstva se zakládá stejným způsobem na základech i ve vyšších podlažích.

Provádění dalších vrstev

U dalších vrstev se jedná o zdění na tenké maltové lože. Před nanášením malty nejprve navlhčíme vrchní část cihel v ložné spáře. Zdící malta musí být v takové konzistenci, aby nezatékala do svislých otvorů v cihlách. Ložná spára musí být před prováděním zarovnaná, bez prachu a nečistot. Cihly se maltují celoplošně v ložné i styčné spáře. Maltu nanášíme zubatou lžící do tloušťky 1 až 3 mm, případně lze použít speciální nanášecí válec. K usazení cihel se využívá gumová palička, vodováha a latě. Polohu lze upravit do 5 minut, vyteklou maltu ze spáry stáhneme zednickou lžící. Svislé spáry mezi jednotlivými cihlami ve dvou sousedních vrstvách musí být s přesahem alespoň na délku rovnu větší z hodnot $0,4x$ výška zdiva nebo 40 mm.

Řešení napojení stěn

Vzájemné propojení stěn se provádí převazbou zdiva po vrstvách. Další možností vzájemného spojení je s využitím spojek vložených do malty v ložné spáře. Zpravidla se využijí 2 spojky do jedné spáry, četnost spár je závislá na projektu. Ukončení zdiva je možné buď vodorovným vyrovnáním nebo ukončením v pozdním věnci.

Řešení otvorů a překladů

Překlady nesmí být usazeny na dělené zdící prvky upravené oříznutím či odseknutím. Musí být dodrženy minimální délky uložení určené pro daný prvek. Kvůli eliminaci tepelných mostů se mezi překlady vkládá také tepelná izolace, zároveň se vyrovná tloušťka překladu s tloušťkou zdiva.

Ošetřování zdiva

Zdivo z broušených cihel nepotřebuje speciální ošetření nad rámec běžných zvyklostí zděných konstrukcí. Nutná je ochrana zdiva před deštěm zakrytím horní části, k tomu se využívá balící fólie. Dále je dle podmínek na stavbě potřebná ochrana před případným mechanickým poškozením.

Pracovní nářadí a pomůcky

Pomůcky ke zdění: tužka, metr, provázek, práskačka, olovnice, vodováha, vrtačka, hmoždinky, vruty, prodlužovačka, lžíce, fanka, gumové kladivo, koště, lopata, kýbl, štětka, lať stolní kotoučová pila, lešení, kolečko, škrabky, košťata, mechanické stroje na odstranění nerovností

Ochranné pomůcky: pracovní rukavice
pracovní obuv, oděv, helma

Technická a organizační opatření k zajištění bezpečnosti

Všichni zaměstnanci jsou povinni dodržovat platné předpisy BOZP ve znění platné vyhlášky 601/2006 Sb. a nařízení vlády 591/2006 Sb., Zákoník práce 262/2006 Sb., Stavební zákon č. 183/2006 Sb.

Pracovníci musí dodržovat pořádek na staveništi, zabránit vstupu nepovolaným osobám na pracoviště. Dodržovat bezpečnostních opatření při práci ve výškách a manipulaci s materiálem.

Při realizaci zdiva je doporučeno používat pracovní oděv, rukavice a obuv. Pro provádění je doporučeno používat zařízení k tomu určená a schválená.

Životní prostředí a nakládání s odpady

Nakládání s odpady se bude řídit zákonem č. 185/2001 Sb. o odpadech.

Odpady se budou v co největším množství třídit dle svého materiálu a následně likvidovány předáním do sběrného dvora. Likvidace obalů bude provedena ve sběrných místech podle loga vyznačeného na obalu. Zbytky materiálů budou uzavřeny v původních obalech a zpracovány do 1 měsíce nebo budou likvidovány předáním do sběrného dvora. Podle seznamu

odpadů z Vyhlášky ministerstva životního prostředí č. 381/2011 Sb. o odpadech.

Způsob dopravy a skladování materiálů

Broušené cihly jsou skladovány na paletách zabalené do ochranné fólie, ale maximálně ve třech vrstvách palet na sobě. Palety s doplňkovými cihlami se skladují maximálně ve dvou vrstvách. Skladování palet je možné pouze na rovný, zpevněný, nerozštědlý a odvodněný povrch. Při manipulaci s paletou je nutné používat vhodné prostředky: paletovací, vysokozdvizné vozíky, nákladní automobily s hydraulickou rukou a závěsem na palety nebo jeřáby se závěsem na palety.

Skladování pytlů se suchou maltovou směsí bude zajištěno ve svislé poloze, v suchých prostorách chráněných před povětrnostními vlivy.

Výrobek bude složen firmou dodávající materiál. Doprava staveništní bude zajištěna pomocí jeřábu, doprava na pracovišti kolečky.

Druhy a typy pomocných konstrukcí

Při práci na hraně s nebezpečím pádu je nutné využít prvků osobní nebo kolektivní ochrany před pádem. Při práci ve výšce nad 1,5m je nutné instalovat pracovní lešení.

Zajištění pracoviště v době, kdy se na něm nepracuje

Zajištění celého staveniště je provedeno pomocí oplocení s uzamykatelným vstupem a označením zákazu nepovolaným osobám.

Po dokončení prací je potřeba po sobě pracoviště uklidit a vyčistit, nechat volnou minimální šířku komunikace.

Konstrukce je potřeba chránit před mechanickým poškozením, případně proti nepříznivému počasí.

Jakost a kontrola kvality

Vstupní kontrola

Kontrola projektu – projektová dokumentace musí být vypracována v souladu s územně plánovací dokumentací a s podmínkami územního rozhodnutí. Podklady vyhovující požadavkům stavebního úřadu podle Vyhlášky č.499/2006 Sb. o dokumentaci staveb. Kontrola výměr a vhodnosti povrchů a podkladů.

Vizuální kontrola materiálů, jejich skladování, množství a kvalita. Připravenost pracoviště a strojů. Rovinatost podkladové konstrukce do 20mm svislost a vodorovnost konstrukcí. V případě větších nerovností nutno podklad vyrovnat. Podkladní vrstva musí být čistá, kompaktní, bez organických hmot a rozpouštědel. Nemusí být úplně suchá.

Mezioperační kontrola

Kontroluje se směrové a výškové provedení zdiva, případně poškození, znečištění. Provádění další vrstvy je závislé na vodorovnosti předchozí vrstvy, případné nerovnosti se zarovnají hoblíkem.

Ukládání jednotlivých cihel musí být maltou po celé ploše spáry. Kontroluje se vazba zdiva i délka minimálních předepsaných přesahů, u nosného zdiva minimálně 125 až 250 mm podle jednotlivých prvků.

Výstupní kontrola

Kontrola rovinnosti systému.

Geometrické odchylky povolené jsou následující:

Svislost v rámci jednoho podlaží	± 20 mm
Svislost v rámci výšky celé budovy o 3 a více podlažích	± 50 mm
Svislá sousost	± 20 mm
Rovinnost v délce kteréhokoliv 1 metru	± 10 mm
Rovinnost v délce 10 metrů	± 50 mm
svislé vrstvy stěny	větší z hodnot ± 5 mm nebo ± 5% tl. jedné vrstvy

Prohlášení o shodě, certifikace, dokumentace skutečného provedení

Skladba pracovního kolektivu

Provádět práce budou řádně zaučení zedníci, prokazatelně seznámení s technologickými předpisy a postupy závaznými pro daný druh zdiva. Stroje pro dané činnosti mohou používat jen pracovníci, kteří jsou k tomu řádně proškolení.

1x stavební mistr, 2x zedník, 1x pomocný pracovník

Zedníci provádí zdění. Pomocní pracovníci zajistí manipulaci s materiálem, přípravu spojovacích materiálů.

2.2 Technologický postup zdění Ytong

Navrhovaná varianta zdiva ze systému Ytong. Jedná se o vysokopevnostní přesné tvárnice z pórobetonu s použitím systémových prvků. Přesné tvárnice YTONG tloušťky 300 mm, P6-650 zděných celoplošně na tenkovrstvou maltu. Úprava vnějšího povrchu bude provedena jako kontaktní zateplení s použitím minerální vaty.

Podmínky vhodné k realizaci

Zdivo lze provádět při teplotách vzduchu vyšších než +5°, v případě použití zimní malty lze zdít i v teplotách nižších do 0°C. Během deště nebo sněžení je nutné pracovní proces přerušit.

Požadavky na související konstrukce

Před samotnou realizací je nutné prověřit stav podkladních konstrukcí, jedná se o kompletnost, kvalitu provedení a kontrolují se také návazné konstrukce. Konstrukce má být soudržná, kompaktní, zbavená nečistot,

mastnot, cementového mléka a cizích těles (úlomků, kamenů apod.). Podkladní konstrukce nemusí být zcela suchá, ale nesmí být pokryta kalužemi vody, ledem nebo sněhem. Pokud se jedná o konstrukce na základové desce nebo pasech musí být hotová vrstva hydroizolace. Požadavkem je výšková rovinnost s maximální tolerancí 20mm.

Charakteristika materiálů

Přesná tvárnice Ytong 300 P6 650

- Objemová hmotnost v suchém stavu – 650 kg/m³
- Normalizovaná pevnost zdících prvků fb – 6,5 N/mm²
- Součinitel tepelné vodivosti lambda – 0,17 W/mK
- Návrhová hodnota souč.tep. vodivosti – 0,179 W/mK
- Faktor difúzního odporu (ČSN EN 1745) – 5/10
- Měrná tepelná kapacita (ČSN EN 1745 – 1,0 kJ/kgK
- Vlhkostní přetvoření - -0,20 mm/m
- Charakteristická hodnota vlastní tíhy zdiva – 7,8 kN/m³
- Charakteristická pevnost zdiva v tlaku fk – 3,93 N/mm²

Zdící malta Ytong

- Objemová hmotnost zatvrdlé malty – 1400-1500 kg/m³
- Pevnost v tlaku – min. 5,0 N/mm²
- Součinitel tepelné vodivosti lambda – 0,47 W/mK
- Reakce na oheň – A1
- Doba zpracování – 3 až 4 hod.
- Čas tvrdnutí (v závislosti na teplotě) – 2 až 5 dní

Nosné překlady Ytong

- Objemová hmotnost v suchém stavu – 600 kg/m³
- Tepelný odpor R – 1,88 m²K/W
- Maximální zatížení (v závislosti na světlosti otvoru) – 14-23 kN/m

Pracovní postup

Před zděním je potřeba zkontrolovat, zdali je podklad čistý, uklizený, bez ostrých hrotů nebo výrazných nerovností, které by bylo potřeba srovnat. Podobná kontrola bude provedena také u zdiva. Zdivo je vhodné zakládat nejprve v rozích, pokud není zakládací vrstva výškově rovná, začíná se s nejvýše postaveným rohem. Pokud se zdivo ukládá s přesahem přes základ, neměl by být vyšší než 1/5 tloušťky zdiva.

První vrstva tvárnic se zakládá do vápenocementové malty. Vzhledem k tomu, že vrstva má i vyrovnávací funkci, pohybuje se její tloušťka zhruba od 5 do 20 mm v závislosti na rovinosti podkladu. V této vrstvě lze provést výškové a směrové korekce, výsledná zakládací vrstva tvárnic musí být vodorovná, případné nerovnosti se upraví hoblíkem. Maltová směs je za běžných teplot zpracovatelná 4 hodiny. Styčné spáry se maltují tenkovrstvou zdící maltou. První vrstva se zakládá stejným způsobem na základech i ve vyšších podlažích.

Provádění dalších vrstev

U dalších vrstev se jedná o zdění na tenké maltové lože. Ložná spára musí být před prováděním zarovnaná, bez prachu a nečistot. Tvárnice se maltují celoplošně v ložné i styčné spáře. Malta Ytong se vytváří z dodávané pytlované suché směsi. Maltu nanášíme zubatou lžící do tloušťky 1 až 3 mm. K usazení tvárnic se využívá gumová palička, vodováha a latě. Polohu lze upravit do 5 minut, vyteklou maltu ze spáry stáhneme zednickou lžící. Tvárnice zdíme na běhounkovou vazbu. Převazba styčných spar se provádí v polovině tvárnice, minimálně 100 mm u tvárnice vysokých 249 mm.

Doplňkové prvky zdiva se na stavbě vytvoří řezáním z celých tvárnic ruční vidiovou nebo elektrickou pásovou pilou. Řezání pórobetonu umožňuje vytvořit prvky s přesností na milimetry.

Řešení napojení stěn

Na svislou konstrukci ze zdiva nebo betonu se nová stěna napojuje pomocí spojek zdiva zahnutých do pravého úhlu, přikotvených do k hotové konstrukci a vložených do malty v ložné spáře přizdívané stěny. Propojení na tzv. kapsy není povoleno. Vzájemné propojení stěn se provádí převazbou zdiva po vrstvách. Další možností vzájemného spojení je s využitím spojek vložených do malty v ložné spáře. Zpravidla se využijí 2 spojky do jedné spáry, četnost spár je závislá na projektu. Ukončení zdiva je možné buď vodorovným vyrovnáním nebo ukončením v pozedním věnci.

Řešení otvorů a překladů

V místech okenních otvorů se doporučuje zdivo vyztužit v předposlední spáře pod parapetem žebříkovou výztuží minimálně dvou profilů průměru 6 mm. ukotvenou 500 mm na každé straně. Výztuž se vkládá do drážek 40x40 mm vytvořených drážkovačem přibližně ve třetině šířky zdiva. Výztuž by měla být opatřena protikoročním nátěrem a zakryta vrstvou malty. Pro nadpraží se dají využít nosné systémové překlady Ytong. Jejich orientace je na jednotlivých prvcích označena šipkami. Podle typu překladu je daná minimální délka uložení, u nosných 250 nebo 200 mm. Uložení překladu je stejné jako u přesných tvárnic, tedy do tenkovrstvé malty. V případě rozdílné výšky prefabrikátu a tvárnic se výška vyrovná seříznutím tvárnic nebo použitím přířezů. Prefabrikáty se ořezávat nesmí.

Ošetřování zdiva Ytong

Zdivo z přesných tvárnic Ytong nepotřebuje speciální ošetření nad rámec běžných zvyklostí zděných konstrukcí. Nutná je ochrana zdiva před deštěm zakrytím horní části, k tomu se využívá balící fólie. Dále je dle podmínek na stavbě potřebná ochrana před případným mechanickým poškozením.

Pracovní nářadí a pomůcky

Pro přípravu malty: plastové vědro, kovová míchací metla, elektrické míchadlo, vrtačka

Pro zdění a úpravu zdiva: zednická lžice, lžice se zuby, gumová palička, vodováha, elektrická pásová pila, vidiová pila, hoblík na pórobeton, brusné hladítko, drážkovač

Pro směrové a výškové korekce: lať, zednická šňůra, laserová vodováha
Ochranné pomůcky: rukavice, pracovní obuv,
pracovní oděv, helma
Ochrana proti požáru: hasící přístroje

Technická a organizační opatření k zajištění bezpečnosti

Všichni zaměstnanci jsou povinni dodržovat platné předpisy BOZP ve znění platné vyhlášky 601/2006 Sb. a nařízení vlády 591/2006 Sb., Zákoník práce 262/2006 Sb., Stavební zákon č. 183/2006 Sb.

Pracovníci musí dodržovat pořádek na staveništi, zabránit vstupu nepovolaným osobám na pracoviště. Dodržovat bezpečnostních opatření při práci ve výškách a manipulaci s materiálem.

Při realizaci zdiva je doporučeno používat pracovní oděv, rukavice a obuv. Pro provádění je doporučeno používat zařízení k tomu určená a schválená.

Životní prostředí a nakládání s odpady

Nakládání s odpady se bude řídit zákonem č. 185/2001 Sb. o odpadech.

Odpady se budou v co největším množství třídít dle svého materiálu a následně likvidovány předáním do sběrného dvora. Likvidace obalů bude provedena ve sběrných místech podle loga vyznačeného na obalu. Zbytky materiálů budou uzavřeny v původních obalech a zpracovány do 1 měsíce nebo budou likvidovány předáním do sběrného dvora. Podle seznamu odpadů z Vyhlášky ministerstva životního prostředí č. 381/2011 Sb. o odpadech.

Způsob dopravy a skladování materiálů

Přesné tvárnice jsou skladovány na paletách zabalené do ochranné fólie, není povoleno palety stohovat do pyramidy nebo na sebe. Skladování palet je možné pouze na rovný, zpevněný, nerozštědlý a odvodněný povrch do sklonu maximálně 10°. Při manipulaci s paletou je nutné používat vhodné prostředky: paletovací, vysokozdvizné vozíky, nákladní automobily s hydraulickou rukou a závěsem na palety nebo jeřáby se závěsem na palety.

Skladování pytlů se suchou maltovou směsí bude zajištěno ve svislé poloze, v suchých chráněných prostorách.

Výrobek bude složen firmou dodávající materiál. Doprava staveništní bude zajištěna pomocí jeřábu, doprava na pracovišti kolečky.

Druhy a typy pomocných konstrukcí

Při práci na hraně s nebezpečím pádu je nutné využít prvků osobní nebo kolektivní ochrany před pádem. Při práci ve výšce nad 1,5m je nutné instalovat pracovní lešení.

Zajištění pracoviště v době, kdy se na něm nepracuje

Zajištění celého staveniště je provedeno pomocí oplocení s uzamykatelným vstupem a označením zákazu nepovolaným osobám.

Po dokončení prací je potřeba po sobě pracoviště uklidit a vyčistit, nechat volnou minimální šířku komunikace.

Konstrukce je potřeba chránit před mechanickým poškozením, případně proti nepříznivému počasí.

Jakost a kontrola kvality

Vstupní kontrola

Kontrola projektu – projektová dokumentace musí být vypracována v souladu s územně plánovací dokumentací a s podmínkami územního rozhodnutí. Podklady vyhovující požadavkům stavebního úřadu podle Vyhlášky č.499/2006 Sb. o dokumentaci staveb. Kontrola výměr a vhodnosti povrchů a podkladů.

Vizuální kontrola materiálů, jejich skladování, množství a kvalita. Přípravenost pracoviště a strojů. Rovinatost podkladové konstrukce do 20mm svislost a vodorovnost konstrukcí. V případě větších nerovností nutno podklad vyrovnat. Podkladní vrstva musí být čistá, kompaktní, bez organických hmot a rozpouštědel. Nemusí být úplně suchá.

Mezioperační kontrola

Kontroluje se směrové a výškové provedení zdiva, případně poškození, znečištění. Provádění další vrstvy je závislé na vodorovnosti předchozí vrstvy, případné nerovnosti se zarovnají hoblíkem.

Ukládání jednotlivých tvárnic musí být maltou po celé ploše spáry. Kontroluje se vazba zdiva i délka minimálních předepsaných přesahů, u nosného zdiva minimálně 200 nebo 250 mm podle jednotlivých prvků.

Výstupní kontrola

Kontrola rovinnosti systému.

Geometrické odchylky povolené jsou následující:

Svislost v rámci jednoho podlaží	± 20 mm
Svislost v rámci výšky celé budovy o 3 a více podlažích	± 50 mm
Svislá souosost	± 20 mm
Rovinnost v délce kteréhokoliv 1 metru	± 10 mm
Rovinnost v délce 10 metrů	± 50 mm
svislé vrstvy stěny	větší z hodnot ± 5 mm nebo ± 5% tl. jedné vrstvy

Prohlášení o shodě, certifikace, dokumentace skutečného provedení

Skladba pracovního kolektivu

Provádět práce budou řádně zaučení zedníci, prokazatelně seznámení s technologickými předpisy a postupy závaznými pro daný druh zdiva. Stroje

pro dané činnosti mohou používat jen pracovníci, kteří jsou k tomu řádně proškolení.

1x stavební mistr, 2x zedník, 1x pomocný pracovník

Zedníci provádí zdění. Pomocní pracovníci zajistí manipulaci s materiálem, přípravu spojovacích materiálů.

2.3 Technologický postup zdění POROTHERM

Konstrukční a materiálové řešení

Nosné konstrukce z cihelného zdiva POROTHERM a jiných systémových prvků POROTHERM. Jedná se o obvodové zdivo tloušťky 300 mm z broušených cihel POROTHERM pevnosti P15 lepených celoplošně na tenkovrstvou maltu. Obvodové stěny budou zatepleny ve dvou variantách. První jako odvětrávaná fasáda, druhá jako kontaktní zateplovací systém.

Podmínky vhodné k realizaci

Provádění zdiva z broušených keramických cihel je možné za běžných pracovních a povětrnostních podmínek během deště nebo mlhavého počasí je nutné pracovní proces přerušit, aby nedošlo k nadměrnému navlhnutí cihel. Při teplotách pod 5°C by se mělo zdění přerušit, jinak by nemohla být garantována pevnost zdící malty. Případně je možné použít malty odolnější vůči nízkým teplotám.

Požadavky na související konstrukce

Před samotnou realizací je nutné prověřit stav podkladních konstrukcí, jedná se o kompletnost, kvalitu provedení. Vrchní líc konstrukce má být soudržný, kompaktní, zbavený nečistot, mastnot, cementového mléka a cizích těles (úlomků, kamenů apod.). Doporučuje se podklad mechanicky očistit kartáčem nebo drsným koštětem. Požadavkem je rovinnost max. 20mm, větší rozdíl lze vyrovnat zakládací maltou.

Charakteristika materiálů

Broušená cihla POROTHERM 30 P15

- Objemová hmotnost - 800 kg/m³
- Pevnost v tlaku – P15 (15N/mm²)
- Zvuková neprůzvučnost R_w - 52 dB
- Požární odolnost REI 180 DP1
- Součinitel tepelné vodivosti λ – 0,2 W/mK
- Tepelný odpor zdiva R – 1,21 m²K/W

Zdící malta POROTHERM

- Pevnost v tlaku – 10 N/mm²
- Součinitel tepelné vodivosti λ – 0,53 W/mK
- Doba zpracovatelnosti – cca 4 hodiny (při teplotě 18°C)

Nosné překlady POROTHERM KP7

- Součinitel tepelné vodivosti λ – 1,0 W/mK

- Hmotnost na jednotku plochy – 150 kg/m²
- Výztuž – KARI drát BSt 500A
- Beton třídy C20/25
- Minimální délka uložení – od 125 do 250 mm (podle délky překladu)

Pracovní postup

Před zděním je potřeba zkontrolovat, zdali je podklad čistý, uklizený, bez ostrých hrotů nebo výrazných nerovností, které by bylo potřeba srovnat. Podobná kontrola bude provedena také u zdiva. Zdivo je vhodné zakládat nejprve v rozích, pokud není zakládací vrstva výškově rovná, začíná se s nejvýše postaveným rohem. Pokud se zdivo ukládá s přesahem přes základ, neměl by být vyšší než 1/6 tloušťky zdiva. Hotová by měla být hydroizolace spodní základů minimálně pod nosnými stěnami, a to v šířce zdi s přesahem minimálně 150 mm na každé straně.

První vrstva tvárnic se zakládá do vápenocementové malty. Vzhledem k tomu, že vrstva má i vyrovnávací funkci, pohybuje se její tloušťka zhruba od 5 do 20 mm v závislosti na rovinnosti podkladu. V této vrstvě lze provést výškové a směrové korekce. Základová směs má oproti zdící maltě výrazně delší dobu, při které je možné polohu zdiva korigovat pomocí gumového kladívka. Za běžných teplot je malta zpracovatelná 4 hodiny. Styčné spáry se maltují tenkovrstvou zdící maltou. První vrstva se zakládá stejným způsobem na základech i ve vyšších podlažích.

Provádění dalších vrstev

U dalších vrstev se jedná o zdění na tenké maltové lože. Před nanášením malty nejprve navlhčíme vrchní část cihel v ložné spáře. Zdící malta musí být v takové konzistenci, aby nezatékala do svislých otvorů v cihlách. Ložná spára musí být před prováděním zarovnaná, bez prachu a nečistot. Cihly se maltují celoplošně v ložné i styčné spáře. Maltu nanášíme zubatou lžící do tloušťky 1 až 3 mm, případně lze použít speciální nanášecí válec. K usazení cihel se využívá gumová palička, vodováha a latě. Polohu lze upravit do 5 minut, vyteklou maltu ze spáry stáhneme zednickou lžící. Svislé spáry mezi jednotlivými cihlami ve dvou sousedních vrstvách musí být s přesahem alespoň na délku rovnu větší z hodnot 0,4x výška zdiva nebo 40 mm.

Řešení napojení stěn

Vzájemné propojení stěn se provádí převazbou zdiva po vrstvách. Další možností vzájemného spojení je s využitím spojek vložených do malty v ložné spáře. Zpravidla se využijí 2 spojky do jedné spáry, četnost spár je závislá na projektu. Ukončení zdiva je možné buď vodorovným vyrovnáním nebo ukončením v pozdním věnci.

Řešení otvorů a překladů

Překlady nesmí být usazeny na dělené zdící prvky upravené oříznutím či odseknutím. Musí být dodrženy minimální délky uložení určené pro daný prvek. Kvůli eliminaci tepelných mostů se mezi překlady vkládá také tepelná izolace, zároveň se vyrovná tloušťka překladu s tloušťkou zdiva.

Ošetřování zdiva

Zdivo z broušených cihel nepotřebuje speciální ošetření nad rámec běžných zvyklostí zděných konstrukcí. Nutná je ochrana zdiva před deštěm zakrytím horní části, k tomu se využívá balící fólie. Dále je dle podmínek na stavbě potřebná ochrana před případným mechanickým poškozením.

Pracovní nářadí a pomůcky

Pomůcky ke zdění: tužka, metr, provázek, práskačka, olovnice, vodováha, vrtačka, hmoždinky, vruty, prodlužovačka, lžíce, fanka, gumové kladivo, koště, lopata, kýbl, štětka, lať
stolní kotoučová pila, lešení, kolečko, škrabky, košťata,
mechanické stroje na odstranění nerovností

Ochranné pomůcky: pracovní rukavice
pracovní obuv, oděv, helma

Technická a organizační opatření k zajištění bezpečnosti

Všichni zaměstnanci jsou povinni dodržovat platné předpisy BOZP ve znění platné vyhlášky 601/2006 Sb. a nařízení vlády 591/2006 Sb., Zákoník práce 262/2006 Sb., Stavební zákon č. 183/2006 Sb.

Pracovníci musí dodržovat pořádek na staveništi, zabránit vstupu nepovolaným osobám na pracoviště. Dodržovat bezpečnostních opatření při práci ve výškách a manipulaci s materiálem.

Při realizaci zdiva je doporučeno používat pracovní oděv, rukavice a obuv. Pro provádění je doporučeno používat zařízení k tomu určená a schválená.

Životní prostředí a nakládání s odpady

Nakládání s odpady se bude řídit zákonem č. 185/2001 Sb. o odpadech.

Odpady se budou v co největším množství třídit dle svého materiálu a následně likvidovány předáním do sběrného dvora. Likvidace obalů bude provedena ve sběrných místech podle loga vyznačeného na obalu. Zbytky materiálů budou uzavřeny v původních obalech a zpracovány do 1 měsíce nebo budou likvidovány předáním do sběrného dvora. Podle seznamu odpadů z Vyhlášky ministerstva životního prostředí č. 381/2011 Sb. o odpadech.

Způsob dopravy a skladování materiálů

Broušené cihly jsou skladovány na paletách zabalené do ochranné fólie, ale maximálně ve třech vrstvách palet na sobě. Na betonových a asfaltových zpevněných plochách lze skladovat až čtyři vrstvy palet na sobě. Palety s doplňkovými cihlami se skladují maximálně ve dvou vrstvách. Skladování palet je možné pouze na rovný, zpevněný, nerozštědlý a odvodněný povrch ve sklonu do 10°. Při manipulaci s paletou je nutné používat vhodné prostředky: paletovací, vysokozdvížené vozíky, nákladní automobily

s hydraulickou rukou a závěsem na palety nebo jeřáby se závěsem na palety.

Skladování pytlů se suchou maltovou směsí bude zajištěno ve svislé poloze, v suchých prostorech chráněných před povětrnostními vlivy.

Výrobek bude složen firmou dodávající materiál. Doprava staveništní bude zajištěna pomocí jeřábu, doprava na pracovišti kolečky.

Druhy a typy pomocných konstrukcí

Při práci na hraně s nebezpečím pádu je nutné využít prvků osobní nebo kolektivní ochrany před pádem. Při práci ve výšce nad 1,5m je nutné instalovat pracovní lešení.

Zajištění pracoviště v době, kdy se na něm nepracuje

Zajištění celého staveniště je provedeno pomocí oplocení s uzamykatelným vstupem a označením zákazu nepovolaným osobám.

Po dokončení prací je potřeba po sobě pracoviště uklidit a vyčistit, nechat volnou minimální šířku komunikace.

Konstrukce je potřeba chránit před mechanickým poškozením, případně proti nepříznivému počasí.

Jakost a kontrola kvality

Vstupní kontrola

Kontrola projektu – projektová dokumentace musí být vypracována v souladu s územně plánovací dokumentací a s podmínkami územního rozhodnutí. Podklady vyhovující požadavkům stavebního úřadu podle Vyhlášky č.499/2006 Sb. o dokumentaci staveb. Kontrola výměr a vhodnosti povrchů a podkladů.

Vizuální kontrola materiálů, jejich skladování, množství a kvalita. Přípravenost pracoviště a strojů. Rovinatost podkladové konstrukce do 20mm svislost a vodorovnost konstrukcí. V případě větších nerovností nutno podklad vyrovnat. Podkladní vrstva musí být čistá, kompaktní, bez organických hmot a rozpouštědel. Nemusí být úplně suchá.

Mezioperační kontrola

Kontroluje se směrové a výškové provedení zdiva, případně poškození, znečištění. Provádění další vrstvy je závislé na vodorovnosti předchozí vrstvy, případné nerovnosti se zarovnají hoblíkem.

Ukládání jednotlivých cihel musí být maltou po celé ploše spáry. Kontroluje se vazba zdiva i délka minimálních předepsaných přesahů, u nosného zdiva minimálně 125 až 250 mm podle jednotlivých prvků.

Výstupní kontrola

Kontrola rovinnosti systému.

Geometrické odchylky povolené jsou následující:

Svislost v rámci jednoho podlaží ± 20 mm

Svislost v rámci výšky celé budovy o 3 a více podlažích	± 50 mm
Svislá souosost	± 20 mm
Rovinnost v délce kteréhokoliv 1 metru	± 10 mm
Rovinnost v délce 10 metrů	± 50 mm
svislé vrstvy stěny	větší z hodnot ± 5 mm nebo ± 5% tl. jedné vrstvy

Prohlášení o shodě, certifikace, dokumentace skutečného provedení

Skladba pracovního kolektivu

Provádět práce budou řádně zaučení zedníci, prokazatelně seznámení s technologickými předpisy a postupy závaznými pro daný druh zdiva. Stroje pro dané činnosti mohou používat jen pracovníci, kteří jsou k tomu řádně proškolení.

1x stavební mistr, 2x zedník, 1x pomocný pracovník

Zedníci provádí zdění. Pomocní pracovníci zajistí manipulaci s materiálem, přípravu spojovacích materiálů.

3. Technologická analýza

V technologické analýze je cílem porovnání čtyř odlišných variant řešení obvodové konstrukce domu. Především jaký vliv má zvolená technologie a materiálové řešení na časovou, finanční nebo technologickou náročnost. Dalším důležitým kritériem v porovnání zvolených konstrukcí je výsledný prostup tepla konstrukcí. Pro získání výsledků budou při zpracování použity pouze technologie, jejichž použití je pro stavby tohoto typu obvyklé a pro které není nutné provádět změny ostatních – zejména nosných stavebních konstrukcí použitých u posuzované stavby. Výsledky budou vyhodnoceny pomocí metody vícekritériálního hodnocení.

3.1 Zvolené systémy vhodné pro vybranou stavbu

Cihelné zdivo patří dlouhodobě k nejpoužívanějším materiálům v oblasti zděných nosných konstrukcí u nás. Díky dlouhodobé tradici prošly keramické cihelné materiály značným vývojem. Provádění těchto konstrukcí není technologicky příliš náročné a malé i velké stavební firmy s ním mají dlouholeté zkušenosti. Provedení svislých, ale i vodorovných konstrukcí z keramiky klade stále větší nároky na co nejnižší prostupy tepla, zvukovou neprůzvučnost, požární odolnost, finanční náročnost, ale zároveň na snížení tloušťky a váhy zdiva při zachování požadované pevnosti. Na trhu je tak v dnešní době k dostání široký výběr cihel s odlišnými vlastnostmi. Jedním z cílů této analýzy je porovnání odlišných variant. Na jedné straně tepelněizolační cihly bez nutnosti dalšího zateplení. Na druhé straně cihly s vyšší pevností nebo menší tloušťkou s nutností zateplení. Další materiálovou variantou velmi rozšířenou na českém trhu jsou tvárnice z pórobetonu. Vzhledem k nižší pevnosti vhodnější ke stavbě méně podlažních budov, především rodinných domů.

Velmi důležitou součástí vnějšího obvodového pláště je jeho zateplení. I to dnes nabízí řadu variant a materiálových řešení. Ve vybraných variantách jsem vybral ty nejrozšířenější, kontaktní zateplovací systém a variantu s odvětrávanou fasádou. Přičemž první možnost, tedy kontaktní zateplovací systém je použita i u zdiva z pórobetonu.

Při volbě materiálového řešení jsem vybíral i s ohledem na zachování zděného konstrukčního systému budovy. Proto byla řada dalších možných variant vyřazena. Jiné materiály jsou zase nevhodné pro stavbu vícepodlažních budov.

3.1.1 Zdivo HELUZ

Volba první varianty padla na skutečně prováděný systém na zvolené stavbě. Jedná se o konstrukci složenou z prvků systému HELUZ. Stěny jsou z broušených keramických cihel HELUZ FAMILY 44 P10 zděných na tenkovrstvou maltu. Všechny ostatní prvky jsou součástí systému HELUZ, jedná se o nosné překlady, doplňkové cihly a výrobcem doporučenou zdící maltu. Pro zakládací vrstvu je použita vápenocementová malta. Tento

system splňuje požadavky na prostup tepla konstrukcí, proto nebylo nutné ho zateplovat. Vnitřní povrchy jsou řešené jako omítané, vnější povrchy jsou ve třech odlišných variantách. Část vnějších stěn je omítaná, část stěn je obkládaná cihelnými pásky. Nejvyšší podlaží je obloženo dřevěnými deskami CETRIS.

Navržená skladba:

- Vnitřní omítka jednovrstvá sádrová 10 mm
- Penetrace základní pod omítky vnitřní
- Heluz Family 44 P10
-
- Cementový postřík vnější 15 mm
- Vnější omítka tenkovrstvá silikátová zrnitá 1 mm
- /
- Obklady vnějších stěn na maltu z cihelných pásků Klinker 10 mm
- /
- Odvětrávaná fasáda na dřevěném roštu 40 mm
- Obklad Cetris Finish 12 mm

Konstrukce s tepelněizolační cihlou zajišťuje stabilitu konstrukce, je nehořlavá a vykazuje ideální poměr mezi součinitelem tepelné vodivosti, objemovou hmotností a měrnou tepelnou kapacitu díky kterým se stavba rychle vytápí a naopak pomalu vychladne. U zateplených systémů navíc musíme v budoucnu počítat s obnovou zateplení, což u této varianty odpadá. Nevýhodou je vysoká pracnost zdění, složitost detailů a zakrytí případných konstrukčních chyb oproti ostatním variantám. Zdivo také nedává velké možnosti pro vedení rozvodů ve stěně.

3.1.2 Zdivo POROTHERM s KZS

Další varianta je s kontaktním zateplovacím systémem. Jedná se o konstrukci složenou z prvků systému POROTHERM. Stěny jsou z broušených keramických cihel POROTHERM 300 P+D P15 zděných na tenkovrstvou maltu. Všechny ostatní prvky jsou součástí systému POROTHERM, jedná se o nosné překlady, doplňkové cihly a výrobcem doporučenou zdící maltu. Pro základní vrstvu je použita vápenocementová malta. Tento systém nesplňuje požadavky na prostup tepla konstrukcí, proto bylo nutné ho zateplovat. Vnější kontaktní zateplovací systém bude z tepelné izolace polystyrenové, konkrétně ISOVER EPS. Vnitřní i vnější povrchy jsou řešené jako omítané.

Navržená skladba:

- Vnitřní omítka jednovrstvá sádrová 10 mm
- Penetrace základní pod omítky vnitřní
- Porotherm 300 P+D P15
- Tepelná izolace Isover EPS GreyWall Plus tloušťky 120 mm

- Stěrková hmota se sklovláknitým pletivem 5 mm
- Penetrace
- Vnější omítka tenkovrstvá akrylátová rýhovaná 3 mm

U této varianty je použitý šedý polystyren EPS s výbornými tepelněizolačními vlastnostmi. Polystyren se vyznačuje vysokým difúzním odporem. Takto zaizolovaná stěna propouští směrem ven minimální množství vody, což při nesprávném použití může mít za následek řadu dalších problémů. Nevýhodou tohoto typu zateplení je nižší životnost a je potřeba do budoucna počítat s obnovou zateplení. Systém navíc svojí únosností neumožňuje příliš velkou variabilitu na výslednou pohledovost.

3.1.3 Zdivo POROTHERM s odvětrávanou fasádou

Oproti předešlé variantě je rozdílem způsob zateplení systému POROTHERM. Jedná se o odvětrávanou fasádu na hliníkovém roštu s vložením tepelné izolace z minerální vaty ISOVER FASSIL tloušťky 120 mm. Vnějším povrchem pak bude cihelný obklad KLINKER.

Navržená skladba:

- Vnitřní omítka jednovrstvá sádrová 10 mm
- Penetrace základní pod omítky vnitřní
- Porotherm 300 P+D P15
- Tepelná izolace z minerální vaty Isover Fassil tloušťky 120 mm
- Provětrávaná mezera, kotevní prvky 40 mm
- Podkladní deska 20 mm
- Cihelný obklad Klinker Röben NFPS 14 mm

Odvětrávaná fasáda umožňuje odvod vodní páry z konstrukce. Chrání izolaci před nepříznivými povětrnostními vlivy a mechanickým poškozením, což zvyšuje životnost celé konstrukce. Další výhodou je pohledovost konstrukce, v tomto případě řešená obkladem z cihelných pásků Klinker. To se projevuje vyšší náročností na realizaci, ale také na celkové ceně fasády. Vzduchová mezera navíc znamená zvýšení šířky celé konstrukce.

3.1.4 Zdivo YTONG s KZS

Další varianta je s kontaktním zateplovacím systémem. Jedná se o konstrukci složenou z prvků systému YTONG. Stěny jsou z přesných tvárníc z pórobetonu YTONG P6-650 tloušťky 300 mm zděných na tenkovrstvou maltu. Všechny ostatní prvky jsou součástí systému YTONG, jedná se o nosné překlady, doplňkové tvárnice a výrobcem doporučenou zdící maltu. Pro základní vrstvu je použita vápenocementová malta. Tento systém nesplňuje požadavky na prostup tepla konstrukcí, proto bylo nutné ho zateplovat. Vnější kontaktní zateplovací systém bude z tepelné izolace ROCKWOOL. Vnitřní i vnější povrchy jsou řešené jako omítané.

Navržena skladba:

- Vnitřní omítka jednovrstvá sádrová 10 mm
- Penetrace základní pod omítky vnitřní
- YTONG P6-650 tloušťky 300 mm
- Tepelná izolace Rockwool Frontrock MAX E tloušťky 120 mm
- Stěrková hmota se sklovláknitým pletivem 5 mm
- Penetrace
- Vnější omítka tenkovrstvá silikátová zrnitá 2 mm

Kontaktní zateplovací systém na zdivu Ytong je jedním z nejčastějších řešení obvodových konstrukcí. Materiál se vyznačuje výbornou zpracovatelností, která umožňuje snadnou a rychlou výstavbu bez tvorby tepelných mostů. Tvárnice vyšších pevností umožňují výstavbu i 4 až 5 podlažních budov, u vyšších budov už by ale nebyla dostačující pevnost. Minerální vata ve skladbě fasády má výborné tepelněizolační vlastnosti, zvukový útlum a požární odolnost. V případě nedodržení technologické kázně a chyb při výstavbě ovšem může nastat nepříjemný problém s vlhkostí uvnitř konstrukce, obzvláště u zdiva z pórobetonu. U systému kontaktního zateplení je navíc potřeba počítat s jeho obnovou už po 25 nebo 30 letech od jeho realizace. Systém navíc svojí únosností neumožňuje příliš velkou variabilitu na výslednou pohledovost.

3.2 Kalkulace nákladů

Všechny kalkulace jsou vypracované podle ceníků z roku 2016 v programu KROS 4. Všechny uvedené částky jsou v korunách českých.

Kalkulace nákladů obsahuje v každé variantě úpravu vnitřního povrchu, zděnou obvodovou konstrukci, úpravu vnějšího povrchu, případné zateplení a poplatek za lešení včetně jeho montáže a demontáže.

Tab. 5: Kalkulace – Heluz

ROZPOČET - Heluz							
PČ	Typ	Kód	Popis	MJ	Množství	J.cena [CZK]	Cena celkem [CZK]
Náklady z rozpočtu							2 338 189,36
HSV - Práce a dodávky HSV							2 338 189,36
3 - Svislé a kompletní konstrukce							1 161 920,00
1	K	311238454	Zdivo nosné vnější z cihel broušených HELUZ tl 440 mm pevnosti P 10 lepených celoplošně maltou	m2	618,750	1 600,00	990 000,00
4	K	317168133	Překlad keramický vysoký v 23,8 cm dl 175 cm	kus	220,000	626,00	137 720,00
5	K	317168136	Překlad keramický vysoký v 23,8 cm dl 250 cm	kus	30,000	1 140,00	34 200,00
6 - Úpravy povrchů, podlahy a osazování výplní							1 043 809,86
18	K	612131R03	Penetrace základní pod omítky vnitřních stěn	m2	618,750	64,90	40 156,88
17	K	612341121	Sádrová nebo vápenosádrová omítka hladká jednovrstvá vnitřních stěn nanášená ručně	m2	618,750	205,00	126 843,75
11	K	622131101	Cementový postřik vnějších stěn nanášený celoplošně ručně	m2	455,000	57,50	26 162,50
19	K	622271001	Montáž odvětrávané fasády stěn nýtováním na dřevěný rošt bez tepelné izolace	m2	195,000	1 310,00	255 450,00
20	M	595907670	deska cementotřísková CETRIS FINISH fasádní 125x335 cm tl. 1,2 cm, LASUR, odstín A	m2	243,750	867,00	211 331,25
21	K	622521001	Tenkovrstvá silikátová zrnitá omítka tl. 1,0 mm včetně penetrace vnějších stěn	m2	210,000	194,00	40 740,00
22	K	78173111R	Montáž obkladů vnějších z cihelných pásků kladených do malty	m2	235,000	579,00	136 065,00
23	M	596231130	pásek obkladový Klinker Röben NFPS 16 - červený hladký 24x7,1x1,4 cm	kus	13 622,400	15,20	207 060,48
9 - Ostatní konstrukce a práce, bourání							82 550,00
13	K	941111122	Montáž lešení řadového trubkového lehkého s podlahami zatížení do 200 kg/m2 š do 1,2 m v do 25 m	m2	650,000	52,60	34 190,00
14	K	941111222	Příplatek k lešení řadovému trubkovému lehkému s podlahami š 1,2 m v 25 m za první a ZKD den použití	m2	25 350,000	1,10	27 885,00
15	K	941111822	Demontáž lešení řadového trubkového lehkého s podlahami zatížení do 200 kg/m2 š do 1,2 m v do 25 m	m2	650,000	31,50	20 475,00
998 - Přesun hmot							49 909,50
8	K	998011002	Přesun hmot pro budovy zděné v do 12 m	t	201,248	248,00	49 909,50

Tab. 6: Kalkulace – Porotherm + KZS

ROZPOČET - Porotherm + KZS							
PČ	Typ	Kód	Popis	MJ	Množství	J.cena [CZK]	Cena celkem [CZK]
Náklady z rozpočtu							1 901 878,37
HSV - Práce a dodávky HSV							1 901 878,37
3 - Svislé a kompletní konstrukce							895 152,00
1	K	311238144	Zdivo nosné vnitřní z cihel broušených POROTHERM tl 300 mm pevnosti P15 lepených tenkovrstvou maltou	m ²	618,750	1 280,00	792 000,00
4	K	317168133	Překlad keramický vysoký v 23,8 cm tl 175 cm	kus	132,000	626,00	82 632,00
5	K	317168136	Překlad keramický vysoký v 23,8 cm tl 250 cm	kus	18,000	1 140,00	20 520,00
6 - Úpravy povrchů, podlahy a osazování výplní							877 866,63
10	K	612131R05	Penetrace základní pod omítky stěn vnitřních	m ²	618,750	64,90	40 156,88
21	K	612341121	Šárová nebo vápennošárová omítka hladká jednovrstvá vnitřních stěn nanášená ručně	m ²	618,750	205,00	126 843,75
19	K	622211021	Montáž kontaktního zateplení vnějších stěn z polystyrénových desek tl do 120 mm	m ²	650,000	481,00	312 650,00
20	M	283760770	deska fasádní polystyrénová Isover EPS GreyWall Plus 1000 x 500 x 120 mm	m ²	663,000	132,00	220 116,00
22	K	622511061	Tenkovrstvá akrylátová rýhovaná omítka tl. 3,0 mm včetně penetrace vnějších stěn	m ²	650,000	274,00	178 100,00
9 - Ostatní konstrukce a práce, bourání							80 405,00
16	K	941111122	Montáž lešení řadového trubkového lehkého s podlahami zatížení do 200 kg/m ² š do 1,2 m v do 25 m	m ²	650,000	52,60	34 190,00
17	K	941111222	Příplatek k lešení řadovému trubkovému lehkému s podlahami š 1,2 m v 25 m za první a ZKD den použití	m ²	23 400,000	1,10	25 740,00
18	K	941111822	Demontáž lešení řadového trubkového lehkého s podlahami zatížení do 200 kg/m ² š do 1,2 m v do 25 m	m ²	650,000	31,50	20 475,00
998 - Přesun hmot							48 454,74
6	K	998011002	Přesun hmot pro budovy zděné v do 12 m	t	195,382	248,00	48 454,74

Tab. 7: Kalkulace – Odvětrávaná fasáda

ROZPOČET - Odvětrávaná fasáda							
PČ	Typ	Kód	Popis	MJ	Množství	J.cena [CZK]	Cena celkem [CZK]
Náklady z rozpočtu							3 263 570,41
HSV - Práce a dodávky HSV							3 263 570,41
3 - Svislé a kompletní konstrukce							895 152,00
3	K	311238144	Zdivo nosné vnitřní z cihel broušených POROTHERM tl 300 mm pevnosti P15 lepených tenkovrstvou maltou	m2	618,750	1 280,00	792 000,00
6	K	317168133	Překlad keramický vysoký v 23,8 cm dl 175 cm	kus	132,000	626,00	82 632,00
7	K	317168136	Překlad keramický vysoký v 23,8 cm dl 250 cm	kus	18,000	1 140,00	20 520,00
6 - Úpravy povrchů, podlahy a osazování výplní							2 217 880,63
13	K	612131R04	Penetrace základní pod omítky stěn vnitřních	m2	618,750	64,90	40 156,88
14	K	612341121	Sádrová nebo vápenosádrová omítka hladká jednovrstvá vnitřních stěn nanášená ručně	m2	618,750	205,00	126 843,75
17	K	622273041	Montáž odvětrávané fasády stěn nýtováním na hliníkový rošt tepelná izolace tl. 120 mm	m2	650,000	2 410,00	1 566 500,00
18	M	596231130	pásek obkladový Klinker Röben NFPS 16 - červený hladký 24x7,1x1,4 cm	kus	29 900,000	16,20	484 380,00
9 - Ostatní konstrukce a práce, bourání							96 850,00
10	K	941111122	Montáž lešení řadového trubkového lehkého s podlahami zatížení do 200 kg/m2 š do 1,2 m v do 25 m	m2	650,000	52,60	34 190,00
11	K	941111222	Příplatek k lešení řadovému trubkovému lehkému s podlahami š 1,2 m v 25 m za první a ZKD den použití	m2	38 350,000	1,10	42 185,00
12	K	941111822	Demontáž lešení řadového trubkového lehkého s podlahami zatížení do 200 kg/m2 š do 1,2 m v do 25 m	m2	650,000	31,50	20 475,00
998 - Přesun hmot							53 687,78
6	K	998011002	Přesun hmot pro budovy zděné v do 12 m	t	216,483	248,00	53 687,78

0,1

Tab. 8: Kalkulace – Ytong

ROZPOČET - Ytong							
PČ	Typ	Kód	Popis	MJ	Množství	J.cena [CZK]	Cena celkem [CZK]
Náklady z rozpočtu							1 905 654,22
HSV - Práce a dodávky HSV							1 905 654,22
3 - Svislé a kompletní konstrukce							972 025,00
27	K	317141R01	Překlady nosné z pórobetonu Ytong š 300 mm pro světlost otvoru do 2000 mm	kus	6,000	3 650,00	21 900,00
4	K	317143624	Překlady nosné z pórobetonu Ytong ve zdech tl. 300 mm pro světlost otvoru do 1500 mm	kus	44,000	2 750,00	121 000,00
1	K	341272632	stěny nosné tl. 300 mm z pórobetonových přesných hladkých tvármic Ytong hmotnosti 500 kg/m ³	m ²	618,750	1 340,00	829 125,00
6 - Úpravy povrchů, podlahy a osazování výplní							814 868,03
25	K	612131R02	Penetrace Cemix základní vnitřních stěn nanášená ručně	m ²	618,750	43,10	26 668,13
24	K	612341R01	Sádrová omítka gletová Cemix vnitřních stěn nanášená ručně	m ²	618,750	192,00	118 800,00
22	K	622221021	Montáž kontaktního zateplení vnějších stěn z minerální vlny s podélnou orientací vláken tl. do 120 mm	m ²	650,000	521,00	338 650,00
23	M	1440402345	Minerální vata na fasádu ROCKWOOL FRONTROCK MAX E desky 120 mm (1000x600 mm)	m ²	663,000	227,30	150 699,90
26	K	622521021	Tenkovrstvá silikátová zrnitá omítka tl. 2,0 mm včetně penetrace vnějších stěn	m ²	650,000	277,00	180 050,00
9 - Ostatní konstrukce a práce, bourání							81 120,00
18	K	941111122	Montáž ležení řadového trubkového lehkého s podlahami zatížení do 200 kg/m ² š do 1,2 m v do 25 m	m ²	650,000	52,60	34 190,00
19	K	941111222	Příplatek k ležení řadovému trubkovému lehkému s podlahami š 1,2 m v 25 m za první a ZKD den použití	m ²	24 050,000	1,10	26 455,00
20	K	941111822	Demontáž ležení řadového trubkového lehkého s podlahami zatížení do 200 kg/m ² š do 1,2 m v do 25 m	m ²	650,000	31,50	20 475,00
998 - Přesun hmot							37 641,19
6	K	998011002	Přesun hmot pro budovy zděné v do 12 m	t	151,779	248,00	37 641,19

Porovnání cen úpravy vnitřních povrchů je vzhledem k volbě stejné omítky totožné, pouze u zdiva Ytong je použita sádrová omítka s jiným, výrobcem doporučeným základním podkladem. Ceny vnitřních povrchů vychází na 167 tisíc. Vnitřní omítka na zdivu z pórobetonu vychází na 145,5 tisíc.

Zděné konstrukce z keramických materiálů jsou ovlivněny tloušťkou zdiva. Heluz tloušťky 440 mm vychází včetně překladů na 1 162 tisíc, Porotherm na 895 tisíc. Rozdíl je vzhledem ke spotřebě materiálu a zvýšené pracnosti 23%, což přibližně odpovídá rozdílům v jednotlivých tloušťkách konstrukcí (32%). Srovnání stejně širokých konstrukcí u keramického zdiva a pórobetonu vychází lépe pro cihelné zdivo o 77 tisíc na celé stavbě.

Srovnání kontaktního zateplení minerální vatou a polystyrenem tuto ztrátu vyrovnává rozdílnou cenou materiálu. V součtu s cenou montáže 42 tisíc, ovšem při započítání přesunů hmot se rozdíl ve zdění prakticky vymazává. Podobně částky pak můžeme vidět i u povrchové úpravy. Právě povrchová úprava vytváří hlavní rozdíl v ceně oproti systému Heluz, kde jsou použity tři odlišné varianty úprav s výrazně vyšší cenou. Celková cena vnějších úprav tak i přes absenci zateplení vychází o 210 tisíc vyšší. Nejdražší variantou je odvětrávaná fasáda, kde je kombinace zateplení, vysoké ceny za montáž hliníkového nosného roštu a nákladných povrchových úprav v podobě cihelných pásků. Cenově se tento systém vyšplhal na částku 2 050 tisíc, což je více než trojnásobek ceny kontaktního zateplení Ytongu. I zde je potřeba zmínit vyšší náklady za přesun hmot.

Montáž i demontáž lešení je ve všech variantách stejná, celková doba realizace však znamená rozdíl dalších téměř 20 tisíc v poplatcích za dobu používání lešení v neprospěch odvětrávané fasády.

V celkovém součtu se ukazuje zanedbatelný rozdíl mezi kontaktním zateplením Ytongu a Porothermu. Varianta Heluz je o 400 tisíc dražší především vlivem povrchových úprav. Pokud bychom uvažovali zdivo pouze omítané, byl by rozdíl opačný, tedy 400 tisíc ve prospěch nezateplené varianty zdiva. Cena odvětrávané fasády byla zmíněna výše, celkově činí 3 263 tisíc.

3.3 Časová náročnost

Normohodiny k jednotlivým pracím byly přebrány z kalkulačního softwaru KROS 4 z roku 2016. Podle uvedených normohodin je zpracovaný technologický normál pro jednotlivé varianty.

Tab. 9: Technologický normál – Zdění Heluz

Technologický normál - Heluz									
PČ	Název/Popis činnosti	MJ	Množství	J.pracnost [Nh]	Celk.pracnost [Nh]	Počet souběžně nasazených čet (pracovníků)	Výsledná pracnost (hod)	Výsledná pracnost - upravená (hod)	Výsledná pracnost - upravená (dny)
1	Zdivo nosné vnější z cihel broušených HELUZ tl 440 mm pevnosti P 10 lepených celoplošně maltou	m2	618,750	0,70	433,13	2,00	216,56	216,50	27,00
4	Překlad keramický vysoký v 23,8 cm dl 175 cm	kus	220,000	0,20	44,00	2,00	22,00	22,00	2,75
5	Překlad keramický vysoký v 23,8 cm dl 250 cm	kus	30,000	0,29	8,70	2,00	4,35	4,50	0,50
18	Penetrace základní pod omítky vnitřních stěn	m2	618,750	0,06	38,98	2,00	19,49	19,50	2,50
17	Sádrová nebo vápenosádrová omítká hladká jednovrstvá vnitřních stěn nanášená ručně	m2	618,750	0,33	204,19	2,00	102,09	102,00	12,75
11	Cementový postřík vnějších stěn nanášený celoplošně ručně	m2	455,000	0,05	24,12	2,00	12,06	12,00	1,50
19	Montáž odvětrávané fasády stěn nýtováním na dřevěný rošt bez tepelné izolace	m2	195,000	1,26	245,51	2,00	122,75	123,00	15,50
21	Tenkovrstvá silikátová zrnitá omítká tl. 1,0 mm včetně penetrace vnějších stěn	m2	210,000	0,25	51,45	2,00	25,73	26,00	3,25
13	Montáž lešení řadového trubkového lehkého s podlahami zatížení do 200 kg/m2 š do 1,2 m v do 25 m	m2	650,000	0,16	104,00	6,00	17,33	17,50	2,00
15	Demontáž lešení řadového trubkového lehkého s podlahami zatížení do 200 kg/m2 š do 1,2 m v do 25 m	m2	650,000	0,10	65,00	6,00	10,83	11,00	2,00
22	Montáž obkladů vnějších z obkladaček cihelných do 50 ks/m2 kladených do malty	m2	235,000	1,25	293,28	2,00	146,64	146,50	18,50

Tab. 10: Technologický normál – Porotherm s KZS

Technologický normál - Porotherm + KZS									
PČ	Název/Popis činnosti	MJ	Množství	J.pracnost [Nh]	Celk.pracnost [Nh]	Počet souběžně nasazených čet (pracovníků)	Výsledná pracnost (hod)	Výsledná pracnost - upravená (hod)	Výsledná pracnost - upravená (dny)
1	Zdivo nosné vnitřní z cihel broušených POROTHERM tl 300 mm pevnosti P15 lepených tenkovrstvou maltou	m2	618,750	0,45	278,44	2,00	139,22	139,00	17,50
4	Překlád keramický vysoký v 23,8 cm dl 175 cm	kus	132,000	0,20	26,40	2,00	13,20	13,00	1,75
5	Překlád keramický vysoký v 23,8 cm dl 250 cm	kus	18,000	0,29	5,22	2,00	2,61	2,50	0,25
10	Penetrace základní pod omítky stěn vnitřních	m2	618,750	0,06	38,98	2,00	19,49	19,50	2,50
21	Sádrová nebo vápenosádrová omítka hladká jednovrstvá vnitřních stěn nanášená ručně	m2	618,750	0,33	204,19	2,00	102,09	102,00	12,75
23	Potažení vnějších stěn sklovláknitým pletivem vtlačným do tenkovrstvé hmoty	m2	650,000	0,28	182,00	2,00	91,00	91,00	11,50
19	Montáž kontaktního zateplení vnějších stěn z polystyrénových desek tl do 120 mm	m2	650,000	0,64	416,00	2,00	208,00	208,00	26,00
22	Tenkovrstvá akrylátová rýhovaná omítka tl. 3,0 mm včetně penetrace vnějších stěn	m2	650,000	0,25	159,25	2,00	79,63	80,00	10,00
16	Montáž lešení řadového trubkového lehkého s podlahami zatížení do 200 kg/m2 š do 1,2 m v do 25 m	m2	650,000	0,16	104,00	6,00	17,33	17,50	2,00
18	Demontáž lešení řadového trubkového lehkého s podlahami zatížení do 200 kg/m2 š do 1,2 m v do 25 m	m2	650,000	0,10	65,00	6,00	10,83	11,00	2,00

Tab. 11: Technologický normál – Porotherm s odvětrávanou fasádou

Technologický normál - Porotherm + Odvětrávaná fasáda									
PČ	Název/Popis činnosti	MJ	Množství	J.pracnost [Nh]	Celk.pracnost [Nh]	Počet souběžně nasazených čet (pracovníků)	Výsledná pracnost (hod)	Výsledná pracnost - upravená (hod)	Výsledná pracnost - upravená (dny)
3	Zdivo nosné vnitřní z cihel broušených POROTHERM tl 300 mm pevnosti P15 lepených tenkovrstvou maltou	m2	618,750	0,45	278,44	2,00	139,22	139,00	17,50
6	Překlad keramický vysoký v 23,8 cm dl 175 cm	kus	132,000	0,20	26,40	2,00	13,20	13,00	1,75
7	Překlad keramický vysoký v 23,8 cm dl 250 cm	kus	18,000	0,29	5,22	2,00	2,61	2,50	0,25
13	Penetrace základní pod omítky stěn vnitřních	m2	618,750	0,06	38,98	2,00	19,49	19,50	2,50
14	Sádrová nebo vápenosádrová omítka hladká jednovrstvá vnitřních stěn nanášená ručně	m2	618,750	0,33	204,19	2,00	102,09	102,00	12,75
17	Montáž odvětrávané fasády stěn nýtováním na hliníkový rošt tepelná izolace tl. 120 mm	m2	650,000	1,45	943,15	2,00	471,58	471,50	59,00
10	Montáž lešení řadového trubkového lehkého s podlahami zatížení do 200 kg/m2 š do 1,2 m v do 25 m	m2	650,000	0,16	104,00	6,00	17,33	17,50	2,00
12	Demontáž lešení řadového trubkového lehkého s podlahami zatížení do 200 kg/m2 š do 1,2 m v do 25 m	m2	650,000	0,10	65,00	6,00	10,83	11,00	2,00

Tab. 12: Technologický normál – Ytong s KZS

Technologický normál - Pórobeton									
PČ	Název/Popis činnosti	MJ	Množství	J.pracnost [Nh]	Celk.pracnost [Nh]	Počet souběžně nasazených čet (pracovníků)	Výsledná pracnost (hod)	Výsledná pracnost - upravená (hod)	Výsledná pracnost - upravená (dny)
1	Překlady nosné z pórobetonu Ytong š 300 mm pro světlost otvoru do 2000 mm	kus	6,000	0,17	1,04	2,00	0,52	0,50	0,07
2	Překlady nosné z pórobetonu Ytong ve zdech tl 300 mm pro světlost otvoru do 1500 mm	kus	44,000	0,22	9,55	2,00	4,78	5,00	0,6
3	Stěny nosné tl 300 mm z pórobetonových přesných hladkých tvárců Ytong hmotnosti 500 kg/m3	m2	618,750	0,40	248,74	2,00	124,37	124,50	15,5
4	Penetrace Cemix základní vnitřních stěn nanášená ručně	m2	618,750	0,08	51,98	2,00	25,99	26,00	3,25
5	Sádrová omítka gletová Cemix vnitřních stěn nanášená ručně	m2	618,750	0,33	204,19	2,00	102,10	102,00	12,75
6	Montáž kontaktního zateplení vnějších stěn z minerální vlny s podélnou orientací vláken tl do 120 mm	m2	650,000	0,66	429,00	2,00	214,50	214,50	27
7	Tenkovrstvá silikátová zrnitá omítka tl. 2,0 mm včetně penetrace vnějších stěn	m2	650,000	0,25	159,25	2,00	79,63	80,00	10
8	Montáž lešení řadového trubkového lehkého s podlahami zatížení do 200 kg/m2 š do 1,2 m v do 25 m	m2	650,000	0,16	104,00	6,00	17,33	17,50	2,00
9	Demontáž lešení řadového trubkového lehkého s podlahami zatížení do 200 kg/m2 š do 1,2 m v do 25 m	m2	650,000	0,10	65,00	6,00	10,83	11,00	2,00

Množství a měrné jednotky uvedené k jednotlivým činnostem jsou převzaté z původního výkazu výměr v rozpočtu. V technologickém normálu se uvažuje s osmihodinovými směnami. Ve sloupci s uvedeným počtem pracovníků/čet se odlišuje pouze montáž lešení (počet jednotlivých pracovníků) v opačném případě se jedná o celou čet. Úprava vnitřních povrchů je pro všechny varianty obdobná, je provedena sádrová omítka o tloušťce 10 mm se základní penetrací podkladu, pouze v případě Ytongu je výrobcem doporučená penetrace Cemix, která je technologicky náročnější. V celkovém součtu je její realizace na celé stavbě přibližně o dva dny delší.

Zdění vychází časově nejnáročnější u varianty cihelného zdiva Heluz. Přestože je celková plocha zdí vždy uvažována stejná, vlivem rozdílné velikosti, váhy zdících prvků a rozměrů ploch k maltování dochází mezi jednotlivými zdíci systémy k výrazným rozdílům. U zdiva z Ytongu je doba zdění včetně osazení překladů 16 dnů, u keramického zdiva se stejnou tloušťkou je o 3,5 dne delší. U varianty zdiva tloušťky 440 mm je rozdíl přibližně 14 dnů na realizaci celého objektu. Na zadaném objektu ovšem zrychlení zdění nemá vliv na celkovou dobu výstavby, neboť zdění v jednotlivých podlažích probíhá současně se stavbou dalších časově náročnějších nosných konstrukcí. Následná realizace stropu tak přímo nenavazuje na zdění ani u nejnáročnější varianty zdiva Heluz, u ostatních variant proto získáme pouze větší časovou rezervu na dokončení zděných konstrukcí.

Při úpravě vnějších povrchů bude doba montáže a demontáže lešení vždy stejná, celková doba provádění fasády ale bude mít vliv na jeho celkovou cenu. Rozdílná úprava vnějších povrchů je z hlediska časové náročnosti nejzajímavější, ovšem ani zde se nedá mluvit o žádném zásadním vlivu na celkovou dobu výstavby. Důvodem je opět fakt, že se úpravy vnějších povrchů nenachází na kritické cestě, během jejich provádění dochází uvnitř objektu k činnostem, které na realizaci fasády nejsou závislé. U odvětrávané fasády by doba výstavby podle časoprostorového grafu z první části diplomové práce mohla odložit provádění komunikací a sadových úprav a tím i celkový možný konec stavby. Ovšem i v tomto případě se tomu lze vyhnout, protože se část fasády ve třetím podlaží realizuje z již dostavěného ochozu a terasy, čímž se výrazně zkrátí potřebná doba s nutností postaveného lešení, což platí i pro všechny ostatní varianty. Zároveň se dá uvažovat s tím, že převážná část sadových úprav i komunikací není prováděna v místě lešení, a není proto nutné čekat na dokončení prací na fasádě budovy. U jednotlivých variant je celková doba trvání následující: Ytong – 37 dní, Heluz – 39 dní, Provětrávaná fasáda – 59 dní, Porothem+KZS – 36 dní. Z výsledných časů je patrný rozdíl mezi kontaktním zateplovacím systémem a odvětrávanou fasádou. Při detailnějším pohledu na jednotlivé technologické normály pak můžeme vidět, že velký rozdíl v čase dělá úprava samotného povrchu. Z tohoto důvodu se celková doba realizace nezateplené varianty vyrovnává časům potřebným

k realizaci KZS s omítkovou úpravou. U nezatepleného zdiva by samotná omítka trvala přibližně 10 dní, zateplení tak vytváří na zadané stavbě rozdíl 25 až 27 dnů. Odvětrávaná fasáda je uvažovaná s kompletním pokrytím cihelným páskovým obkladem časově velmi náročným na realizaci.

Pokud se podíváme na celkové časy, rozdíl mezi realizací kontaktního zateplení konstrukcí z Ytongu i Porothermu není prakticky žádný. Varianta s Ytongem 74 dní, u Porothermu o 1 den delší čas. U cihelného zdiva Heluz vytváří rozdíl již zmíněná povrchová úprava, celkově se jedná o 89 dní. Ovšem nesmíme zapomenout na rozdíl 14 dnů při zdění. Srovnáme-li pouze možnost izolačního zdiva s variantou zatepleného zdiva bez ohledu na povrchovou úpravu vychází časově lépe o přibližně 11 dní izolační zdivo bez nutnosti zateplení. U poslední varianty je celkový čas 98 dní, z čehož je patrná především vazba mezi časovou náročností a výslednou pohledovostí.

3.4 Porovnání prostupů tepla konstrukcí

Srovnání součinitelů prostupu tepla konstrukcí U (W/m^2K) bylo provedeno na základě výrobcem garantovaných hodnot součinitele tepelné vodivosti λ (W/mK) pro jednotlivé materiály. Jako návrhové teploty při výpočtu byly použity hodnoty: vnější teplota $-13^{\circ}C$, vnitřní teplota $+20^{\circ}C$. Tepelný odpor při prostupu tepla na straně vnější $0,13 m^2K/W$ a na straně vnitřní $0,04 m^2K/W$. Posouzení konstrukce proběhlo podle platné normy ČSN 73 0540 Tepelná ochrana budov. Jednotlivé skladby konstrukce byly navrženy tak, aby splňovaly nejen požadované hodnoty součinitele prostupu tepla pro vnější stěny vytápěných prostorů $U=0,3 W/m^2K$, ale také doporučené hodnoty $U=0,25 W/m^2K$.

Tepelně izolační nosné keramické zdivo Heluz 44 Family P10 splňuje zmíněné požadavky bez nutnosti zateplení. V ostatních případech byla navržena tepelná izolace ve shodné tloušťce 120 mm. U zdiva Porotherm tloušťky 300 mm byla použita v jednom případě izolace EPS v kontaktním zateplovacím systému a minerální vata v odvětrávané fasádě. Ytong je zateplený minerální vatou kontaktním zateplením.

Výsledné hodnoty uvedené v tabulce vychází nejlépe pro zdivo Heluz, největší prostupy tepla vykazuje varianta zdiva s odvětrávanou fasádou. V souvislosti se stavební fyzikou je ale potřeba zmínit také nesporné výhody odvětrávané fasády. Konstrukce zakrytá pevným obkladem chrání izolaci před působením povětrnostních vlivů a před mechanickým poškozením. Provětrávaná vrstva pak umožní snížení vlhkosti ve stěně, mezi další výhody patří zvýšený zvukový útlum a s použitím minerální vaty také vysoká požární odolnost. U kontaktního zateplení naopak může docházet k problémům s vlhkostí. Výhodou u samotného zdiva s integrovaným polystyrenem je ideální poměr mezi součinitelem tepelné vodivosti, objemovou hmotností a měrnou tepelnou kapacitou, díky kterým se stavba rychle vytápí a naopak pomalu vychladne.

Tab.13 : Stavební fyzika – Prostup tepla konstrukcí

Stavební fyzika - Prostup tepla konstrukcí					
Varinata	Vrstvy	Tloušťka [m]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	U [W/m ² K]
Heluz 44 Family P10	Omítka	0,01	0,88	0,011	0,184
	Heluz 44 P10	0,44	0,084	5,238	
	Omítka	0,001	0,1	0,010	
Ytong 300 P6 650 + tep. Izolace Rockwool Frontrock MAX E tl. 120	Omítka	0,01	0,88	0,011	0,192
	Ytong	0,3	0,179	1,676	
	Izolace	0,12	0,036	3,333	
	Omítka	0,002	0,1	0,020	
Porotherm 300 P+D P15 + tep. Izolace Isover EPS GreyWall Plus 120	Omítka	0,01	0,88	0,011	0,189
	Porotherm	0,3	0,25	1,200	
	Izolace	0,12	0,031	3,871	
	Omítka	0,003	0,1	0,030	
Porotherm 300 P+D P15 s odvětrávanou fasádou + minerální vata Isover Fassil	Omítka	0,01	0,88	0,011	0,202
	Porotherm	0,3	0,25	1,200	
	Izolace	0,12	0,035	3,430	
	Cihelný obklad	0,014	0,1	0,140	
Návrhové hodnoty při výpočtu prostupu tepla					
Venkovní teplota $\theta_e = -13^\circ\text{C}$, Vnitřní teplota $\theta_i = 20^\circ\text{C}$					
Tepelný odpor při přestupu tepla na straně konstrukce vnější $R_{si} = 0,13$, vnitřní $R_{se} = 0,04$					

4. Vícekriteriální hodnocení

Celkové zhodnocení jednotlivých variant bylo provedeno pomocí multikriteriální analýzy. Pro porovnání byla vybrána čtyři kritéria, kterým byla věnována předešlá část diplomové práce. Jedná se o výslednou cenu, výsledný počet dní, hodnota součinitele prostupu tepla a subjektivní hodnocení. V prvních třech případech se jedná o kvantitativní kritéria, která byla měřitelná pomocí ceny, počtu dní a hodnoty součinitele prostupu tepla. V jednotlivých případech byl ke stupnici od jedné do pěti přiřazen interval naměřených hodnot. Posledním zavedeným kritériem je kvalitativní neměřitelné hodnocení stavebně fyzikálních vlastností, životnosti a pohledovosti konstrukce. Tyto vlastnosti byly v kvantitativních kritériích neměřitelné, ovšem je potřeba s nimi v celkovém hodnocení počítat. Vzhledem k tomu, že vysoká cena i časová náročnost se na hodnocení projevuje negativně na úkor kvality, vzhledu a fyzikálních vlastností, bylo nutné tyto vlastnosti zohlednit alespoň subjektivním hodnocením.

Důležitost jednotlivých kritérií byla ohodnocena pomocí bodovací metody vícekriteriálního hodnocení. Váhy pro jednotlivá kritéria tak rovněž výrazně ovlivňuje subjektivní názor. Z časového srovnání vyplývá, že délka realizace nemá zásadní vliv na celkovou dobu výstavby, proto je váha výrazně nižší. Prostupy tepla u všech variant splňují normové požadavky a rozdíly mezi nimi nejsou příliš velké, i tady je proto zvolená váha poměrně nízká. Kritérium hodnocení vlastností stojí ve všech třech ostatních případech na opačném pólu, proto je jeho hodnota 50% váhy celkové.

Tab.14 : Vícekriteriální hodnocení

Tabulka s popisem hodnocení jednotlivých kritérií		
K1	Cena	Výsledná cena kompletní skladby v Kč
K2	Časová náročnost	Výsledný počet dní kompletní skladby
K3	Prostup tepla	Hodnota součinitele prostupu tepla U (W/m ² K)
K4	Subjektivní	Hodnocení stavebně fyzikálních vlastností, životnosti a pohledovosti konstrukce

Tabulka bodového ohodnocení jednotlivých kritérií				
Body	K1	K2	K3	K4
5	méně než 1950 tisíc Kč	méně než 75 dní	méně než 0,185	Výborná
4	(1950 tisíc; 2250 tisíc)	(75;82)	(0,185;0,190)	Velmi dobrá
3	(2250 tisíc; 2550 tisíc)	(82;89)	(0,190;0,195)	Dobrá
2	(2550 tisíc; 2850 tisíc)	(89;96)	(0,195;0,200)	Slabá
1	více než 3150 tisíc Kč	více než 96 dní	více než 0,200	Nedostačující

Tabulka hodnot v jednotlivých variantách				
Body	A	B	C	D
K1	2 003 278	1 901 878	3 263 570	1 905 654
K2	89	75	98	74
K3	0,184	0,189	0,202	0,192
K4	kvalitativní kritérium	kvalitativní kritérium	kvalitativní kritérium	kvalitativní kritérium

Tabulka bodového ohodnocení pro jednotlivé varianty				
Body	A	B	C	D
K1	4	5	1	5
K2	3	5	1	5
K3	5	4	1	3
K4	3	2	5	2

Tabulka s označením jednotlivých variant skladby konstrukce	
A	Cihelné zdivo Heluz bez zateplení
B	Cihelné zdivo Porotherm s kontaktním zateplovacím systémem
C	Cihelné zdivo Porotherm s odvětrávanou fasádou
D	Zdivo z pórobetonu Ytong s kontaktním zateplovacím systémem

Stanovení vah bodovací metodou		
	Počet bodů	Váha
K1	30	0,3
K2	5	0,05
K3	15	0,15
K4	50	0,5
Σ	100	1

Celkové zhodnocení					
	K1	K2	K3	K4	Σ
Váha ->	0,3	0,05	0,15	0,5	1
A	4x0,3	3x0,05	5x0,15	3x0,50	3,6
B	5x0,3	5x0,05	4x0,15	2x0,50	3,35
C	1x0,3	1x0,05	1x0,15	5x0,50	3
D	5x0,3	5x0,05	3x0,15	2x0,50	3,2

Závěr

Cílem mé práce bylo provést stavebně technologický projekt na zadaném objektu a následně srovnat, jaký vliv bude mít výběr různých skladeb obvodových konstrukcí z pohledu technologické, časové a finanční náročnosti.

Předanou projektovou dokumentaci jsem porovnal se zákonným předpisem. Dokladová část chybí celá, dvě další části pak nebyly úplně kompletní. Z hlediska správnosti jsem ovšem nenašel výrazné nedostatky, jednalo se pouze o nepřehlednost.

Pro zadaný objekt jsem vytvořil prostorovou, technologickou a časovou strukturu. Výstupem je harmonogram realizace stavby pro jednotlivé činnosti. Věnoval jsem se také dimenzování zařízení staveniště, včetně návrhu zdvihacího prostředku.

Pro následnou technologickou analýzu na zadaném stavebním objektu jsem vybíral zdící materiály mezi nejčastěji používanými na našem trhu. Ke srovnání jsem tak vybral zástupce mezi keramickým cihelným zdivem od výrobců Porotherm a Heluz a pórobetonovými tvárnicemi výrobce Ytong. Technologické postupy a další srovnání je tak provedené na konkrétní výrobky snadno dostupné na našem trhu.

Skladbu jednotlivých systémů jsem pak doplnil o dvě varianty zateplení, kontaktního a odvětrávaného. Zdivo, které splňovalo požadavky na prostup tepla, zůstalo nezateplené. Dále jsem vybral různé povrchové úpravy. Zatímco na vnitřní povrchy to byly shodně sádrové omítky, na vnější povrchy to byly cihelné pásy, dřevěné obklady a různé typy omítky vhodné pro dané skladby.

V celkové ceně za provedení se výrazně promítnula varianta konečné povrchové úpravy a způsobu zateplení. Rozdíl v cenách za zdění se projevil úměrně tloušťce zdiva. Nejvyšší cena vyšla jednoznačně za odvětrávanou fasádu, u varianty zdiva Heluz pak cenu nejvýrazněji navýšila povrchová úprava. Kontaktní zateplovací systémy vyšly pro cihelné zdivo i pro pórobeton prakticky stejně. Z výsledných cen je patrné, že vysoké požadavky na pohledovost, životnost a stavebně fyzikální vlastnosti výrazně zvyšují celkovou cenu.

Obdobně lze vyhodnotit časovou a technologickou náročnost, ta opět roste s ohledem na výslednou kvalitu a vzhled. Nejdélší doba realizace tak vychází u odvětrávané fasády, zdivo Ytong i Porotherm stejných tloušťek vychází ve výsledku opět prakticky nastejno.

Prostup tepla konstrukcí vyšel nejlépe pro nezateplené izolační zdivo, pokud bych ovšem tloušťky izolací upravil tak, aby byly všechny konstrukce shodné tloušťky, tedy na 140 mm, vycházely by výsledné hodnoty součinitele

prostupu tepla velmi podobné. S ohledem na stavební fyziku ovšem musím zmínit i jiné vlastnosti, které se výstupem v podobě jedné hodnoty na výsledku neprojeví. Pro výsledné srovnání jsem tak musel navrhnout další kritérium, ve kterém je zohledňuji. To samé platí pro již zmíněnou pohledovost, mechanickou odolnost nebo životnost.

Na závěr jsem výstupy jednotlivých rozborů porovnal metodou vícekritériálního hodnocení. Váhy jednotlivých kritérií jsou přiřazené s ohledem na to, jak zadanou stavbu ovlivňují. Doba trvání nemá vliv na konečnou dobu trvání celé stavby, proto má výrazně nižší váhu. Již zmíněné subjektivní kritérium stojí naproti všem ostatním, proto má zvolenou váhu 50%. I přes zohlednění kvality a vzhledu však stejně vyšla nejhorší volbou varianta odvětrávané fasády. Jako nejlepší je nezateplené zdivo Heluz, i ve skutečnosti použité na stavebním objektu.

Použitá literatura a zdroje

[1] Jarský, Čeněk. Příprava a realizace objektů a staveb. Multimediální učebnice. [Online].

[2] Wienerberger cihlářský průmysl a.s. podklad pro provádění. [Online]

[3] Heluz cihlářský průmysl v.o.s. podklad pro provádění. [Online]

[4] Ytong. podklad pro provádění. [Online]

[5] ČSN 730540-2 Tepelná ochrana budov, 2001

[6] ČSN 730202 Geometrická přesnost ve výstavbě, 1995

[7] Neufert, E. *Navrhování staveb: příručka pro stavebního odborníka, stavebníka, vyučujícího i studenta*. Praha, CONSULTINVEST, 1995

[8] Ladra, J. a kol.. *Technologie staveb – realizace železobetonové monolitické konstrukce budov*. ČVUT Praha, 2000

Seznam příloh

- Příloha č. 1 Schéma prostorové struktury
- Příloha č. 2 Zařízení staveniště – Zemní práce
- Příloha č. 3 Zařízení staveniště – Hrubá vrchní stavba
- Příloha č. 4 Zařízení staveniště – Hrubá vnitřní stavba
- Příloha č. 5 Zařízení staveniště – Dokončovací práce
- Příloha č. 6 Rozborový list
- Příloha č. 7 Technologický normál
- Příloha č. 8 Kontrolní a zkušební plán
- Příloha č. 9 Environmentální plán
- Příloha č. 10 Plán rizik BOZP
- Příloha č. 11 Síťový graf
- Příloha č. 12 Časoprostorový graf

Příloha - předaná dokumentace

- Příloha č. 13 Technická zpráva
- Příloha č. 14 Situace
- Příloha č. 15 Púdorys 1PP
- Příloha č. 16 Púdorys 1NP
- Příloha č. 17 Púdorys 2NP
- Příloha č. 18 Púdorys 3NP
- Příloha č. 19 Púdorys 4NP
- Příloha č. 20 Řez 1-1
- Příloha č. 21 Řez 2-2
- Příloha č. 22 Řez 3-3
- Příloha č. 23 Pohled jižní
- Příloha č. 24 Pohled severní
- Příloha č. 25 Pohled západní
- Příloha č. 26 Pohled východní
- Příloha č. 27 Výkopy
- Příloha č. 28 Základy