

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE



HODNOCENÍ ŽIVOTNÍHO CYKLU
DŘEVOSTAVBY

Bc. Petr Polák, DRES
30. 3. 2017

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Petr Polák

Regionální environmentální správa

Název práce

Hodnocení životního cyklu dřevostavby

Název anglicky

Life cycle assessment of wooden building

Cíle práce

Hlavním cílem diplomové práce je analýza energetické náročnosti výstavby vybraného typu obytné stavby na bázi dřeva. Dílčím cílem analýzy je porovnání energetické náročnosti výstavby dřevostavby a obytného domu z neobnovitelných materiálů (na bázi konstrukčního systému Ytong).

Metodika

V rámci posouzení LCA (Life Cycle Assessment) bude na základě provedené literární rešerše a získání vstupních údajů vypracována analýza CED-LCA (Cumulative Energy Demand). Tato analýza bude měřitelným způsobem definovat objem spotřebované celkové energie v životním cyklu daného materiálu, či suroviny, použitých pro výstavbu vybrané varianty domu (dle stanovených objemů, struktury vstupních materiálů a použitých surovin).

Doporučený rozsah práce
50-75 stran textu, 15-30 stran příloh

Klíčová slova

LCA, životní cyklus, dřevostavba, energetická náročnost

Doporučené zdroje informací

- Emma, L. C., Baumann, H. R.: Individual Adaptation of Industry LCA Practice: Results from Two Case Studies in the Swedish Forest Products Industry, *International Journal LCA* 12 (4) 266 – 271 (2007), pp. 266–271.
- EN JRC: International Reference Life Cycle Data System (ILCD) Handbook – General guide for Life Cycle Assessment – Provisions and action steps. Publications Office of the European Union 2010, pp. 153, ISBN 978-92-79-15855-1.
- Normy řady ISO 14040 Environmentální management – Posuzování životního cyklu.
- Tichá, M.: LCA Application in EPD and Eco-efficiency, In: 11th International Scientific Conference MMA 2012 – advanced production technologies, University of Novi Sad, Faculty of Production Engineering, Novi Sad, Serbia, 2012, pp. 399 – 402, ISBN 978-86-7892.429-3.
- Weidema, B.P.: System expansions to handle co-products of renewable materials. Presentation Summaries of the 7th LCA Case Studies Symposium SETAC-Europe, 1999, pp. 45-48.
- Wenzel, H., Hauschild, M., Alting, L.: Environmental Assessment of Products, Volume 1: Methodology, tools and case studies in product development, Institute for Product Development, 2001, ISBN 0-412-80800-5.
-

Předběžný termín obhajoby

2016/17 ZS – FŽP

Vedoucí práce

doc. Ing. Martin Böhm, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra dřevěných výrobků a konstrukcí

Konzultant

Ing. Přemysl Šedivka, Ph.D.

Elektronicky schváleno dne 25. 1. 2017

Ing. Kamil Trgala, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 23. 2. 2017

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Děkan

V Praze dne 18. 03. 2017

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma „Hodnocení životního cyklu dřevostavby“ vypracoval pod vedením doc. Ing. Martina Böhma, Ph.D. samostatně, že jsem v příloženém seznamu literatury uvedl všechny literární prameny, ze kterých jsem čerpal a že si nejsem vědom porušení zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon).

V Praze dne 30. března 2017

.....

Podpis

Poděkování

Tímto bych rád poděkoval všem, kteří mi byli při psaní oporou. Zejména děkuji své rodině a také vedoucímu diplomové práce doc. Ing. Martinu Böhmovi, Ph.D., za cenné rady, připomínky a odborné vedení.

Abstrakt

Text diplomové práce je rozdělen do dvou hlavních částí. První je věnována úvodu do problematiky posuzování životního cyklu – LCA, definici pojmů s LCA souvisejících, posloupnosti jejího provádění a specifikům aplikace této metody na posuzování budov. Druhá, praktická část, stanovuje vstupní data pro provedení CED analýzy LCA pro rodinný dům na bázi dřeva - dřevostavby ze sloupkové konstrukce a pro dům v konvenčním provedení z pórobetonových tvárnic Ytong. Cílem práce bylo stanovit výrobní energetickou náročnost obou uvažovaných variant rodinného domu a vzájemně je porovnat, přičemž výkresová dokumentace pro dům z pórobetonových tvárnic byla poskytnuta konzultantem. Pro porovnání byla navržena odpovídající skladba domu na bázi dřeva, následně byly stanoveny objemy použitých materiálů pro obě varianty a provedena analýzy pomocí Bousteadova modelu. Výsledky a jejich interpretace jsou obsahem závěrečných kapitol, přičemž klíčovým zjištěním je vysoká výrobní energetická náročnost OSB desek.

Klíčová slova

LCA, životní cyklus, dřevostavba, energetická náročnost

Abstract

Text of this diploma thesis is divided into two major parts. The first one deals with a preview to LCA, definition of the key terms relating to LCA, steps in the whole procedure and specifics connected with using LCA method for buildings. The second, practical part, submits input data for CED analysis LCA for a single family house as a wooden building from prefabricated two-by-four construction and a house from conventional material – aerated concrete blocks Ytong. The aim of the thesis was to determine the production energy demands of both houses concerned and to compare each other. The technical drawings of the house from aerated concrete blocks were provided by the tutor of this thesis. In the thesis corresponding structure of a wooden house was designed, then cubic contents of used materials were calculated and analysis by Boustead Model was performed. The results and their interpretation are presented at the end of this thesis, where a big energy demand of OSB boards is the key finding.

Key words

LCA, life cycle, wooden building, energy demand

Obsah

1. ÚVOD	9
2. CÍLE PRÁCE	11
3. LITERÁRNÍ REŠERŠE – LCA ANALÝZA BUDOV	12
3.1 ÚVOD DO PROBLEMATIKY LCA	12
3.2 DEFINICE KLÍČOVÝCH POJMŮ	13
3.2.1 ŽIVOTNÍ CYKLUS	13
3.2.2 PRODUKTOVÝ SYSTÉM	13
3.2.3 HRANICE SYSTÉMU	14
3.2.4 MATERIÁLOVÝ A ENERGETICKÝ TOK, ELEMENTÁRNÍ TOK	14
3.2.5 PROCES, JEDNOTKOVÝ PROCES	14
3.3 FÁZE LCA	15
3.3.1 DEFINICE CÍLŮ A ROZSAHU	15
3.3.2 INVENTARIZAČNÍ ANALÝZA ŽIVOTNÍHO CYKLU (LCI)	16
3.3.3 POSUZOVÁNÍ DOPADŮ ŽIVOTNÍHO CYKLU (LCIA)	16
3.3.4 INTERPRETACE ŽIVOTNÍHO CYKLU	17
3.4 APLIKACE LCA V KOMERČNÍM SEKTORU	17
3.5 LCA BUDOV	19
3.5.1 ZJEDNODUŠENÍ LCA PŘI POSUZOVÁNÍ BUDOV	24
3.5.2 ŽIVOTNÍ CYKLUS BUDOVY	26
3.5.3 FUNKČNÍ JEDNOTKA	28
3.5.4 HRANICE SYSTÉMU	28
3.5.5 SOFTWARE PRO PROVÁDĚNÍ LCA	29
4. METODIKA	32
5. CHARAKTERISTIKA HODNOCENÝCH KONSTRUKCÍ	33
5.1 DŮM NA BÁZI DŘEVA	33

5.1.1	STANOVENÍ SOUČINITELE PROSTUPU TEPLA	35
5.1.2	INVENTARIZAČNÍ TABULKA I - DŘEVOSTAVBA	36
5.2	DŮM NA BÁZI PÓROBETONU	37
5.2.1	STANOVENÍ SOUČINITELE PROSTUPU TEPLA	38
6.	<u>VÝSLEDKY CED ANALÝZY LCA</u>	39
7.	<u>DISKUZE</u>	43
8.	<u>ZÁVĚR</u>	48
	PŘEHLED LITERATURY A POUŽITÝCH ZDROJŮ	49
	SEZNAM OBRÁZKŮ	53
	SEZNAM TABULEK	53
	SEZNAM GRAFŮ	54
	PŘÍLOHY	55

1. Úvod

Stavebnictví patří v různých podobách k lidstvu od samého prvopočátku a nelze si dnes ani představit, že by tento obor kdy mohl vymizet. Jelikož však jeho rozvoj nebyl v minulosti posuzován s ohledem na dopady na životní prostředí – posuzování se omezovalo zejména na architektonickou a ekonomickou hodnotu, způsobil mnohé nežádoucí zátěže, kterých by se jinak dalo vyvarovat (Bribián et al. 2009). V rámci velké environmentální osvěty, kterou v současnosti pozoruje a cítí každý z nás, je do mnoha oborů lidské činnosti zaváděna celá řada metod, kterými lze určit skutečné environmentální dopady, nebo pomocí kterých se dají tyto dopady zmírňovat či úplně odstranit. Jestliže hovořím o environmentální osvětě, mám na mysli zejména funkční princip trvale udržitelného rozvoje, který zahrnuje, kromě ekonomické stránky věci, také aspekty sociální a environmentální (Bílek 2009). Vzhledem ke skutečnosti, že stavebnictví a provoz budov spotřebovávají více než polovinu veškerých primárních energetických zdrojů, je nasnadě hledat řešení, jak tuto spotřebu snížit (2010/31/EU).

Příležitosti pro redukci negativních dopadů stavebnictví a užívání staveb lze vidět ve všech stádiích života budov – zohlednění dopadů již ve fázi návrhu (velikost a umístění stavby, použitý konstrukční systém, materiály), ve fázi získávání surovin (efektivnost těžby - vzdálenost a přístupnost nalezišť), ve fázi prvotního zpracování surovin (efektivnost výroby - využití vedlejších produktů, produkování menšího množství nevyužitelných odpadů), ve fázi výstavby (nové metody výstavby - zrychlování, prefabrikace), ve fázi užívání, což je velmi podstatná složka spotřebované energie, lze dosáhnout výrazných úspor zejména díky kvalitnímu návrhu (energeticky úsporné a pasivní domy – menší energetické vstupy na vytápění a chlazení objektů), ve fázi oprav (použití současných materiálů, přístupů a poznatků) a konečně při odstraňování stavby snahou opětovného využití stavební suti, dřevního odpadu, kovů atd. (Monteiro, Freire 2012). Například energie použitá na vytápění, chlazení a osvětlení interiérů budov tvoří asi 38% veškeré světové spotřebované energie (Maoduš et al. 2016).

Metoda hodnocení životního cyklu – LCA – Life Cycle Assessment, která je vymezena v normě ČSN EN ISO 14040, je metodou, která hodnotí životní cyklus produktů (výrobků a služeb) v kontextu jejich celého životního cyklu, tzv. „od

kolébky do hrobu“ a dokáže podat informaci o environmentálních dopadech, souhrnné energetické náročnosti, o bilanci svázaných energií, emisí CO₂ a dalších (Kočí 2013). To v kontextu stavebnictví umožňuje v návaznosti na životní cyklus budov lokalizaci zdrojů negativních dopadů a jejich možnou redukci. Navíc je tato metoda celosvětově uznávaná a považovaná za objektivní, což umožňuje na jejím základě pracovat se skutečně porovnatelnými výsledky (Monteiro, Freire 2012).

Dle Maoduš et al. 2016 existuje mnoho studií zaměřených na hodnocení environmentálních dopadů rozličných budov, izolačních materiálů, porovnávajících nízkooenergetické a pasivní domy, ale žádná porovnáující lehký dřevěný skelet, pórobeton a klasické zdivo.

Mou motivací pro výběr právě tohoto tématu je plánovaná výstavba rodinného domu a to co do velikosti dosti podobného tomu, pro který je v rámci této práce provedeno částečné posouzení LCA. V rámci práce jsou uvažovány dvě různé konstrukční varianty – varianta s hlavní nosnou konstrukcí tvořenou dřevěným sloupkovým skeletem a varianta z pórobetonových tvárnic Ytong, přičemž Ytong představuje pro tento případ konvenční a hojně využívaný konstrukční systém a dřevěná sloupková konstrukce vyplněná tepelnou izolací alternativu, která je schopna nabídnout srovnatelné vlastnosti a jelikož je v poslední době u stavebníků stále oblíbenější, považuji za vhodné a přínosné ji s konvenčním systémem na základě shodné metodiky přímo porovnat. Provedené porovnání výsledků dvou částečných LCA analýz by mělo určit, která z variant zatěžuje méně životní prostředí svými dopady a to z hlediska jejich energetické náročnosti při výrobě.

Práce je rozdělena do dvou hlavních částí. První je věnována představení metody LCA obecně a jejích specifik a používaných postupů pro posuzování budov. Druhá část je provedenou CED-LCA (Cumulative Energy Demand) analýzou dvou konstrukčních systémů pro jeden rodinný dům. V závěrečných kapitolách jsou shrnuty výsledky těchto dvou analýz, jejich porovnání mezi sebou a s výsledky jiných podobných analýz dostupných z literatury.

2. Cíle práce

Hlavním cílem diplomové práce je analýza energetické náročnosti výstavby – výroby hlavních nosných konstrukcí vybraného typu obytné stavby na bázi dřeva. Dílčím cílem analýzy je porovnání energetické náročnosti výroby hlavních nosných konstrukcí dřevostavby a obytného domu z neobnovitelných materiálů (pórobetonové tvárnice Ytong). Obojího bude dosaženo stanovením materiálových struktur obou konstrukcí, přičemž použitý projekt rodinného domu z pórobetonových tvárnice Ytong je autorem pro účely výpočtů rozšířen o variantu ze sloupkové dřevěné konstrukce, jejich následnou kvantifikací a posouzení pomocí Boustead Model 6.0. Porovnatelnost obou systémů je umožněna provedením posouzení dle stejného software. Práce a s ní provedená CED analýza LCA je zároveň první částí komplexního posouzení životního cyklu uvažovaného typu domu, přičemž by měla posloužit případnému pokračovateli jako výchozí podklad. Provedená CED analýza bude dále použita při řešení projektu NAZV „Aktivity A1602 Modelování jednotkových procesů pro celkový model LCA Life-cycle assessment, identifikace a návrh jednotkových LCA modelů pro typy použitých surovin a materiálů“, a jako taková poslouží zejména pro další fázi - provedení EPD analýzy (Environmental Product Declaration), která stanoví vliv použitých materiálů v daných variantách budov na životní prostředí.

3. Literární rešerše – LCA analýza budov

Následující kapitoly stručně představují, co metoda posuzování LCA je a její aplikace na hodnocení environmentálních dopadů budov.

3.1 Úvod do problematiky LCA

Posuzování životního cyklu – Life Cycle Assessment je analytická metoda hodnocení možných dopadů na životní prostředí. Hodnotí potenciální dopady lidských produktů, a to po celou dobu existence produktu, tedy už od získání prvotních surovin, jejich přesun do místa zpracování, přes výrobu samotného produktu, ale i vedlejších produktů, jeho distribuci, užívání koncovým spotřebitelem, provozní nároky, až po jeho odstranění, případně recyklaci. Produktem se přitom rozumí výrobky i služby. Metoda LCA zohledňuje také veškeré interakce, které propojují jednotlivé fáze životního cyklu každého produktu a rovněž všechny vedlejší produkty, ať už jde o uvolněnou energii, nebo zbytkový materiál. Principem hodnocení environmentálních dopadů je posouzení materiálových a energetických toků (EN JRC 2010).

Logickou snahou v přístupu člověka by mělo být environmentální dopady co možná nejvíce snížit, přičemž analýza LCA je velice dobrým nástrojem, který může pomoci při rozhodování. Jestliže je pak z jejich výsledků zřejmé, že daný produkt zatěžuje životní prostředí příliš, je možné se možnými dopady jeho nástupce věnovat již ve fázi návrhu. Tomuto způsobu navrhování nových výrobků a způsobu poskytování služeb s ohledem na minimalizaci environmentálních dopadů se říká ekodesign (Kočí 2013).

Ekodesign přímo pracuje s hlavní myšlenkou hodnocení životního cyklu LCA, tedy využití hodnocení k maximálnímu omezení toků z a do přírody. S ohledem na množství materiálů, které je při realizování výstavby ať už nových budov, ale i rekonstrukcí těch stávajících, třeba recyklovat či likvidovat, je metoda posuzování životního cyklu skutečně vhodným nástrojem. Recyklace se dle odborné i laické veřejnosti stala ideálním řešením nakládání se stavebním odpadem. V případě aplikace metody LCA lze efektivně přistoupit k používání materiálů třeba právě i z hlediska budoucí recyklace (Reisner 2005).

3.2 Definice klíčových pojmů

V rámci celé problematiky LCA je používána řada pojmů, které mají přesně daný význam, přičemž toto je definováno v normě ČSN EN ISO 14040. V následující kapitole jsou podrobněji popsány nejdůležitější z nich.

3.2.1 Životní cyklus

Životní cyklus jsou po sobě jdoucí provázaná stádia produktového systému od těžby nebo získávání surovin z přírodních zdrojů ke konečnému odstraňování (ČSN EN ISO 14040).

Začíná získáváním obnovitelných či neobnovitelných surovin, přičemž do této fáze náleží i jejich doprava do místa dalšího zpracování a také toto zpracování – tzv. výroba materiálů. Následuje fáze výroby produktu, tedy přeměna materiálů v produkt, a to včetně balení a distribuce ke spotřebiteli. Další fází je užívání produktu spotřebitelem, což je naplněním jeho účelu, ale ne nepodstatnou součástí jsou energetické a materiálové nároky spojené s provozem, údržbou, nebo uskladněním. Posledním stádiem životního cyklu je odstranění, což opět vyžaduje energetické, případně materiálové vstupy na likvidaci, opětovné použití či recyklaci, avšak část recyklací získaných materiálů může být použita pro výrobu dalších produktů či pro získání energie (Kočí 2013).

Jelikož jsou do životního cyklu zařazeny také dopravní a manipulační procesy, je potřeba věnovat těmto fázím při sestavování celkových inventarizací pozornost a postupovat co nejpřesněji s ohledem na ujeté kilometry, spotřebu pohonných hmot a vytíženosti vozidel ve smyslu dvou či pouze jednosměrných jízd (Reisner 2005).

3.2.2 Produktový systém

Produktový systém je soubor jednotkových procesů s elementárními a produktovými toky plnící jednu nebo více definovaných funkcí, který modeluje životní cyklus produktu (ČSN EN ISO 14040).

Jsou to tedy všechny procesy a toky, které se podílí na jednotlivých stádiích životního cyklu popsaných výše, přičemž procesy nazýváme přeměny vstupů na výstupy a toky označují skutečnost, že výstup jednoho procesu je zároveň vstupem procesu následného (Kočí 2013).

3.2.3 Hranice systému

Hranice systému jsou tvořeny souborem kritérií specifikujících, které jednotkové procesy jsou součástí produktového systému. V ideálním případě jsou hranice systému tvořeny elementárními toky, avšak není to podmínkou a hranice spíše vychází z účelu studie (ČSN EN ISO 14040).

3.2.4 Materiálový a energetický tok, Elementární tok

Materiálový či energetický tok je vstup nebo výstup z jednotkového procesu nebo produktového systému vyjádřený v příslušných jednotkách (EN JRC 2010).

Materiálové a energetické toky propojují jednotlivé procesy v rámci produktového systému a pro návaznost těchto procesů je potřeba pro každý tok na výstupu i vstupu použít stejnou jednotku – u materiálových typicky hmotnostní či objemovou, u energetických zpravidla MJ či kWh (Kočí 2013).

Elementární tok je materiál nebo energie vstupující do posuzovaného systému ze životního prostředí bez předchozí přeměny člověkem, nebo materiál či energie vystupující z posuzovaného systému do životního prostředí bez následné přeměny člověkem (EN JRC 2010).

Elementární toky tvoří interakci produktových systémů s životním prostředím a překračují tak tzv. hranici produktového systému. Jsou to buď vstupy v podobě přírodních surovin, anebo výstupy v podobě odpadních látek (Kočí 2013).

3.2.5 Proces, Jednotkový proces

Proces je soubor vzájemně souvisejících nebo vzájemně se ovlivňujících činností, které přeměňují vstupy ve výstupy (EN JRC 2010).

Jednotkový proces je nejmenší prvek braný v úvahu v inventarizační analýze životního cyklu, pro který jsou kvantifikovány vstupní a výstupní údaje (ČSN EN ISO 14040).

3.3 Fáze LCA

Komplexní posouzení životního cyklu sestává ze čtyř základní fází – definice cílů a rozsahu, inventarizační analýzy, posuzování dopadů a interpretační fáze. Jednotlivé fáze jsou iterativně propojeny - tedy využívají svých výsledků navzájem a jsou jimi vzájemně ovlivněny. Tím je dosaženo vysoké míry komplexnosti a vyváženosti analýzy a také věrohodnosti předkládaných výsledků (ČSN EN ISO 14040).

Je třeba vyvarovat se příliš podrobných analýz s velkým množstvím procesů, jejichž zhodnocení je pro velké množství potřebných údajů časově a finančně náročné, neboť hlavním úkolem LCA je komplexní zhodnocení celého produktového systému a identifikace procesů podílejících se na dopadech na životní prostředí významně. V takovém případě pak má analýza praktický přínos a může být použita v řadě rozhodujících procesů za účelem zvolení vhodnějších (s menším negativním environmentálním dopadem) technologických řešení nebo produktů plnících stejnou funkci (Kočí 2013).

3.3.1 Definice cílů a rozsahu

Na začátku je třeba jasně určit, jaký si klade studie cíl a v jakém rozsahu bude prováděna. Cíl LCA stanovuje zamýšlené použití, důvody pro vypracování studie, zamýšlenou skupinu adresátů a zda jsou výsledky určeny pro použití v porovnávacích tvrzeních přístupných veřejnosti. Rozsah, hranice systému a detailnost LCA přitom z určeného cíle studie vyplývá (EN JRC 2010).

Rozsah zahrnuje definici zkoumaného produktového systému, funkční jednotku, hranice systému, alokační postupy, vybrané kategorie dopadu, metodologii posuzování dopadů a následnou interpretaci pro použití, požadavky na údaje, předpoklady, omezení, požadavky na kvalitu počátečních údajů, typ kritického přezkoumání, je-li a typ a formát zprávy požadované pro studii (ČSN EN ISO 14040).

V této, první, fázi je posuzovaný produkt jasně vymezen a rovněž je stanovena tzv. funkční jednotka, kterážto představuje kvantifikaci funkce produktu. Dále je třeba určit referenční tok, který představuje množství produktu potřebného

k naplnění funkční jednotky, což je zvláště důležité při porovnávání dvou produktů se stejnou funkcí (Kočí 2013).

3.3.2 Inventarizační analýza životního cyklu (LCI)

LCI je inventarizace vstupních/výstupních údajů s ohledem na posuzovaný systém. Zahrnuje shromažďování údajů nezbytných k naplnění cíle definované studie. Vyjma sběru dat zahrnuje tato fáze i výpočetní postupy, tedy jejich další zpracování (ČSN EN ISO 14040).

Výsledkem této fáze je tzv. ekovektor - shrnutí materiálových toků na vstupu a výstupu do a z produktového systému, tj. množství látek, které se do systému dostaly v podobě spotřebovaných surovin a energie a látek, které systém opustily v podobě emisí do ovzduší, vody či půdy (Kočí 2013).

V rámci realizace inventarizačních analýz bývá přistoupeno k řadě zjednodušení, zejména nezahrnutí vstupů, výstupů a jednotkových procesů souvisejících s výrobou úplně všech technologických zařízení používaných ve všech procesech jednotkového systému či vynecháním hlukových a tepelných emisí u všech jednotkových procesů. Důvodem je zejména obtížný přístup k datům o těchto vstupech a výstupech, ale také jejich velké množství a složitost zpracování (Reisner 2005).

3.3.3 Posuzování dopadů životního cyklu (LCIA)

Obsahem LCIA je vyhodnocování možných dopadů na životní prostředí dle jejich významu a dává také podklad pro čtvrtou, interpretační fázi LCA. Prvky třetí fáze tvoří povinně: výběr kategorií dopadu, indikátorů kategorií a charakterizačních modelů; přiřazení výsledků LCI – klasifikaci; výpočet výsledků indikátorů kategorií – charakterizaci; výsledky indikátoru kategorií, výsledky LCIA – charakterizační profil a nepovinně: výpočet velikosti výsledků indikátoru kategorie vztažených k referenční informaci – normalizaci; seskupování a vážení (ČSN EN ISO 14040).

Charakterizaci, která číselně (např. hmotnostně) vyjadřuje míru působení elementárních toků na kategorie dopadu – na konkrétní problémy v životním prostředí, je jedním z hlavních přínosů analýzy LCA (Kočí 2013).

3.3.4 Interpretace životního cyklu

Poslední fáze LCA analýzy předkládá výsledky odpovídající cílům a rozsahu definovaným v první fázi, přičemž vychází z inventarizační analýzy a hodnocení dopadu. Kromě závěru, ze kterého plynou případná doporučení, má rovněž poskytnout komplexní popis všech výsledků analýzy a nebýt v rozporu s hodnocením třetí fáze. Jako předchozí fáze je i tato iterativní a v případě zjištění možnosti upřesnění některých skutečností, je vhodné se vrátit zpět a tyto skutečnosti přehodnotit (ČSN EN ISO 14040).

Výsledkem interpretační fáze jsou významná zjištění – např., které stádium životního cyklu má majoritní vliv na dopady na životní prostředí, nejvíce zasažené kategorie dopadu, v jakých místech životního cyklu je spotřebováno nejvíce materiálových a energetických vstupů atd. Jelikož každá analýza LCA má ve svém úvodu stanoveny své předpoklady, podmínky a omezení, je nedílnou součástí interpretace také zhodnocení možného vlivu těchto skutečností na dosažené výsledky – tzv. analýza citlivosti. Celou interpretační fázi souhrnně prezentuje tzv. závěrečná zpráva, jejímž obsahem je tedy soubor zjištěných poznatků a soubor podmínek jejich platnosti (Kočí 2013).

3.4 Aplikace LCA v komerčním sektoru

Analýzy LCA mají v soukromém sektoru velkou míru využití a jejich podoba a rozsah závisí na oblasti zaměření podniku a účelu studie (např. vývoj výrobku a jeho inovace, marketing, optimalizace vynakládaných zdrojů apod.). LCA studie podávají informace jak o konečných produktech, tak o interních procesech v průběhu jejich výroby, což jde využít pro vylepšování výrobních procesů a snižování dopadů během všech fází životního cyklu. Producenti základních surovin hledají možnosti recyklace nevyužitých, nebo již použitých produktů či vylepšení strategie nakládání s odpady, dodavatelé polotovarů a různých předvýrobků mohou na základě LCA studií deklarovat svým zákazníkům environmentální kvalitu svých produktů a koncoví výrobci využijí analýzy zpracované prvovýrobci či dalšími zpracovateli pro vývoj a následnou výrobu environmentálně šetrných konečných produktů (Hanus et al. 2004).

V rámci podnikové politiky můžeme LCA analýzu využívat ve třech základních oblastech – strategickém plánování, vývoji výrobků a marketingu. Z hlediska dnešního vnímání již není vztah firmy, podniku, společnosti k životnímu prostředí pouze otázkou plnění zákonných požadavků, ale také určitou přidanou hodnotou, tedy něčím, co firmě zajišťuje u zákazníků vyšší status a ve stále odpovědněji se chovající společnosti velmi dobrou reklamu. Základní důvody pro zařazení otázek životního prostředí do strategického plánování jsou požadavky zákazníků, soulad s legislativou, ujasnění odpovědností pracovníků firmy, prosazení nepopulárních řídicích opatření, tlak veřejnosti na snížení environmentálních dopadů činností podniku, marketingové příležitosti, identifikace budoucích environmentálních rizik, inovační příležitosti, zlepšení image a vztahů s okolím podniku. Otázka environmentálního posuzování ve strategickém plánování a řízení podniku může zajistit náskok před konkurencí a je tak pro firmy velmi zajímavá z hlediska zisku. Neustále zrychlující se svět tlačí na rychlý vývoj výrobků a jejich uvádění na trh, přičemž odsouvá řešení rizik až do posledních fází vývoje a to v konečném důsledku proces vývoje dodatečně prodraží. Posouzením rizik v raných fázích vývoje se lze zbytečně zvýšeným nákladům vyvarovat a zvýšit tím konkurenceschopnost výrobku. Zohledňování environmentálního hlediska při vývoji výrobků vyžaduje komplexní přístup, tedy uvažování celého výrobního systému včetně volby materiálů, výrobních technologií apod., nikoli pouze samotného výrobku. Aplikace LCA při projektování produktu dává příležitost minimalizovat očekávatelné environmentální dopady a zvýšit jeho užitnou hodnotu, kvalitu a snížit náklady spojené s provozem a jeho zpracováním po skončení životnosti. Nastíněná konkurenční výhoda spočívající v environmentálně šetrném výrobku je dána zvyšujícím se hladem spotřebitele po takových produktech. Motivováni dobrým marketingem již nevyhledávají pouze kvalitu a dobrou cenu, ale stále častěji právě i výrobky šetrné k životnímu prostředí, výrobky dobře recyklovatelné, vyráběné za přijatelných pracovních podmínek, z legálně těžených surovin atd. Pro snazší orientaci v takových produktech, případně službách byla zavedena řada standardizovaných nástrojů, umožňující zákazníkům získávat spolehlivé a srovnatelné informace o environmentálních vlastnostech výrobků, např. environmentální značení, environmentální tvrzení či environmentální prohlášení.

LCA posouzení tedy nedává hodnotné zprávy pouze o oblastech daného systému s potenciálním rizikem s ohledem na dopady na životní prostředí, ale také potenciálu pro jeho propagaci, tedy využití environmentálních vlastností výrobku pro marketing (Hanus et al. 2004).

3.5 LCA budov

Snížit v co možná nejvyšší míře environmentální dopady budov a stavebnictví obecně je určitě velkou výzvou, neboť se jedná o oblast s obrovským potenciálem. Však až 40 % celkové světové energie a více než 40 % materiálu spotřebovává právě stavebnictví (2010/31/EU). V první řadě je to hlavně energie spojená s vytápěním, ale hned poté stavební materiál. Je-li řeč o stavebním materiálu, zaznamenal tento v průběhu historie velkou proměnu. Dříve používané snadno dostupné materiály z bezprostředního okolí stavby jako dřevo, kámen, sláma či hlína, nahradily produkty vyráběné z prvotních surovin a na stavbu dovážené z mnohdy velmi vzdálených lokalit. To přispívá k vyššímu zatížení životního prostředí (Bribian et al. 2009).

V současné době je stěžejním dokumentem týkajícím se navrhování budov na území Evropy Evropská směrnice o energetické náročnosti budov – EPBD – Energy Performance of Building Directive, která stanovuje cíle Evropské unie právě v oblasti energetické náročnosti budov a studie LCA s tímto pro svou schopnost podávat informaci nejen o zabudované energii úzce souvisí. První směrnice EPBD I 2002/91/EU byla přijata již v roce 2002. V České republice s touto směrnicí legislativně souvisí vyhláška č. 148/2007 Sb. a zákon č. 406/2000 Sb. o hospodaření energií. Novelizovaná směrnice o energetické náročnosti EPBD II 2010/31/EU, která nahrazuje EPBD I, zachovává všechny oblasti působnosti původní směrnice, ale některé požadavky rozšiřuje a popisuje podrobněji. EPBD II byla vydána v červnu 2010 a má za cíl výrazně snížit spotřebu energie v budovách. Toho lze dle směrnice dosáhnout pomocí zavedení minimálních požadavků na energetickou náročnost pro novou výstavbu - postupného přechodu k budovám s téměř nulovou spotřebou energie a se značným využitím obnovitelných zdrojů energie a také zavedením minimálních požadavků na energetickou náročnost při rekonstrukci budov. Zmíněné požadavky jsou definovány jako nákladově optimální, což znamená splnění požadavku na rovnováhu vstupních investic a nákladů na energie uspořené během

životního cyklu budovy. Za nákladově optimální jsou v případě konstrukcí obálky budovy doporučené hodnoty normou ČSN 73 0540-2. Snížení spotřeby energie v budovách lze dále dosáhnout motivací trhu rozšířením a zveřejňováním energetických průkazů budov, zavedením pravidelných kontrol správné funkčnosti energetického vybavení budov a využitím obnovitelných zdrojů v budovách. Pro Evropu byl rovněž stanoven cíl 20-20-20, což znamená zvýšení energetické účinnosti o 20 %, zvýšení podílu obnovitelných zdrojů energie v celkové spotřebě v EU na 20 % a snížení emisí skleníkových plynů o 20 % oproti úrovni z roku 1990 a to vše do roku 2020. Směrnice rovněž hovoří o budovách s téměř nulovou spotřebou energie, přičemž všechny nové budovy by od 1. ledna 2020 měly mít „téměř nulovou spotřebu energie“. Pro budovy veřejné správy tato povinnost nastane již od 1. ledna 2018 (Kabele 2011).

Potencionálními uživateli LCA posuzování budov jsou zejména developéři, projektanti, architekti a územní plánovači, jejichž důvody uvádím v tabulce č. 1.

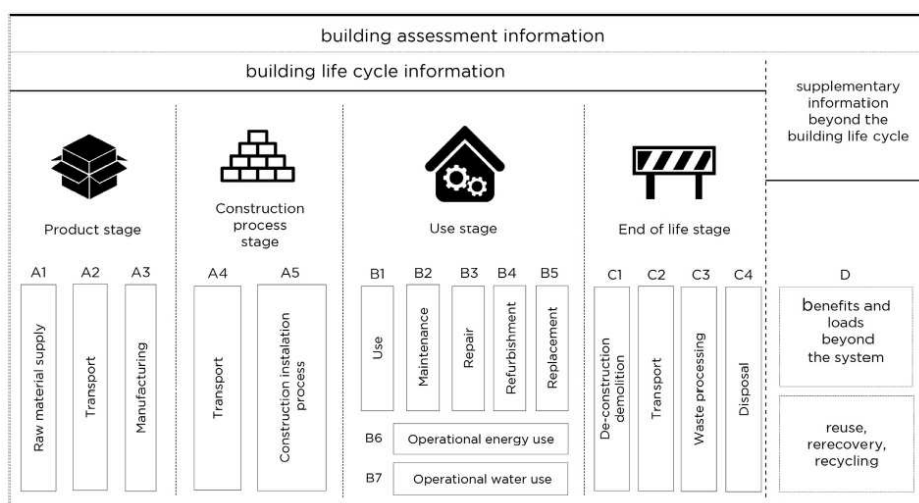
Tabulka 1 - Možní uživatelé LCA a jejich důvody (Bribián et al. 2009)

Typ uživatele	Stádium procesu	Účel užití LCA
Obce, Urbanisté	Předběžná fáze	Stanovení cílů na úrovni obcí, Aplikace při návrhu územních plánů, Stanovení cílů pro rozvojové oblasti
Developéři a koncoví klienti	Předběžná fáze	Výběr lokality, Stanovení rozsahu projektu a environmentálních cílů
Architekti	Fáze návrhu, studie a ve spolupráci s projektanty	Porovnávání a výběr nejvhodnějších variant, optimalizace objemu hmoty, stanovení vhodné orientace, technické možnosti
Projektanti	Fáze studie a detailního projektování ve spolupráci s architekty	Porovnávání a výběr nejvhodnějších variant, technické a konstrukční možnosti a konečné technické řešení

V roce 2009 byly dle Ortiz et al. 2009 a Bribián et al. 2009 možnými aktivátory zájmu pro užívání a vyšší zájem o LCA budov marketingový přínos, zjednodušení sběru dat, hodnocení budov z environmentálního hlediska jako standard, stanovení environmentálních cílů budov a stavebního sektoru na úrovni států Evropy, dalších a světových regionů, koncepční ekonomická podpora snižování vlivů na životní prostředí. A na druhé straně výzvami k překonání předsudky o složitosti a přesnosti LCA, nízká míra znalostí vlivů na životní prostředí a možností jejich výpočtu, nízká

poptávka po LCA, nadměrně složité výpočty a vysoké náklady, nedostatek standardizovaných rozhraní v programech používaných ve stavebním sektoru, nízká míra kooperace mezi vývojáři a potenciálními zákazníky, příliš mnoho aplikací zobrazující odlišné výsledky, obtíže při chápání a uplatňování výsledků LCA, nedostatek právních předpisů, nízká souvislost s certifikací energetické náročnosti.

Metoda LCA je po celém světě uznávána pro svou komplexnost a to i při aplikaci na posuzování environmentálních dopadů budov. To z ní činí ideální způsob, jak budovy hodnotit a výsledky porovnatelně interpretovat. LCA je založena na kvantifikaci environmentálních dopadů výrobku během jeho životního cyklu, od "kolébky do hrobu". Normy řady ISO 14040 stanoví etapy pro aplikaci LCA obecně a metodické vodítko pro kvantifikace dopadů na životní prostředí na budovách představuje norma EN 15978, která je organizována na jednotlivé moduly (A1 až C4) v rámci čtyř fází životního cyklu. Tyto fáze a moduly jsou znázorněny na obr. 1, modul D představuje výhody a zatížení, které přesahují hranice systému (Soust-Verdaguer et al. 2016).



Obrázek 1 - Fáze a moduly posuzování životního cyklu budovy dle EN 15978

Normy rovněž poskytují pokyny pro stanovení funkční jednotky, hranic systému a definice scénáře. Funkční jednotka je kvantifikovaný výkon produktového systému a jako taková zahrnuje fyzikální a funkční charakteristiky budovy (ISO14044). Hranice systému oboustranně omezuje množinu procesů zahrnutých do posouzení. Scénáře jsou hypotézy aplikované na objekt studie – budovu –

v závislosti na proměnách fyzikálních vlastností v čase (EN 15978). EN 15978 také definuje seznam indikátorů environmentálních dopadů, přičemž výsledky musí být vyjádřeny v závislosti na seznamu uvedených ukazatelů, kdy jsou ještě odděleny jednotlivé fáze a moduly (EN15978). EN 15804+A1 poskytuje výpočetní postupy pro environmentální prohlášení o produktu (EPD) a obsahuje také metodický rámec pro moduly A1-A3 z EN 15978. EPD stavebních výrobků mohou být použity jako moduly pro EN 15978. (EN 15804+A1).

V evropském kontextu je aplikace metody LCA ve stavebním sektoru podporována několika projekty jako jsou: REGENER, Annex 31 IEA, PRESCO, IMPRO-Building, ENSLIC Building, Lore-LCA a EeB Guide Project (Soust-Verdaguer et al. 2016). EeB Guide Project definuje tři typy LCA aplikovaných na budovy: screeningové, zjednodušená a kompletní. Klasifikace je vyvinuta v závislosti na hranicích systému, praktických zkušenostech, dostupnosti dat a stavu vývoje hodnoceného produktu nebo budovy. EeB Guide Project rovněž stanoví definici vývojových stádií pro každý typ LCA studie. Pro úplnou LCA studii jsou povinné všechny etapy a moduly definované v EN 15978, ve screeningových a zjednodušených typech LCA studií je pak několik volitelných fází a modulů, přičemž závisí na relevanci a dostupnosti údajů. U screeningových LCA analýz jsou povinné pouze moduly A1-A3, B6 a B7, pro ty zjednodušené přibývá ještě B4, C3, C4 a D (EeB Guide Project 2012).

Navzdory tomu, že LCA je nejkomplexnější nástroj pro posuzování vlivu staveb na životní prostředí, jejich použití není v tomto sektoru příliš rozšířené. Hlavními problémy jsou potřeba získání rozsáhlého množství požadovaných informací, což je časově a finančně náročné, ale také nedostatečné zkušenosti osob provádějících výpočet dopadů. Navíc architekti, projektanti a technici, kteří jsou zapojení do časných fází návrhu, mají předsudky o složitosti, přesnosti a svévolnému pojmání výsledků (Bribián et al. 2009).

Dalším problémem při uplatňování LCA je existence rozdílných metod pro výpočet dopadu, takže vychází různé výsledky pro stejné posuzované případy. Jednotlivé metody se liší ve váhových kategoriích dopadů; to může vést k různým opatřením pro snížení ekologické zátěže (Buyle et al. 2013).

Většina analýz hodnotí moderní nízkoenergetické domy, ale stranou stojí hodnocení tradičních domů, kterých je ale více. Rovněž je hodnoceno více budov v městských zástavbách než na venkově a obecně je více analýz provedeno pro budovy stojící nebo plánované v rozvinutém světě, na rozdíl od světa rozvojového, který ovšem s ohledem na počet obyvatel a jejich návyky spojené s bydlením ovlivňuje globální stav životního prostředí přinejmenším stejně podstatně (Cabeza et al. 2014).

Je třeba vnímat fakt, že dům, který se na první pohled jeví, jako ekologický může mít v konečném důsledku větší negativní vliv na životní prostředí než dům v horší energetické kategorii. Častokrát se při posouzení budov metodou LCA přijde na to, že dnešní „nulové“ a „ekologické“ stavby mají o hodně větší environmentální dopad. Pro stanovení vlivu stavby na životní prostředí je potřeba zvážit skutečně celý životní cyklus od architektonického návrhu, přes použité materiály po jednotlivé technologie. Nicméně každé konečné rozhodnutí je učiněno člověkem a ovlivněno jeho potřebami (Števo 2012). Např. Morávek a Tywoniak 2009 jednoznačně prokázali environmentální efektivnost úsporných dřevostaveb, obzvláště s izolací na bázi celulózy. Objekty tohoto typu, tedy na bázi obnovitelných materiálů CO₂váží, na rozdíl od těch realizovaných z konvenčních systémů, při jejichž výrobě je produkován a vypouštěn.

CED analýza je konzistentní metodický přístup hodnocení zabudované energie z různých (obnovitelných i neobnovitelných) zdrojů. Zhodnocení touto metodou poukazuje na možnou ochranu zdrojů, ale nedokáže hodnotit jiné kategorie dopadů na životní prostředí (Frischknecht et al. 2015).

Na základě zjištění Rex, Baumann 2007 lze tvrdit, že při provádění a následnému užívání výsledků LCA studií na úrovni podniku hodně závisí na přístupu a úhlu pohledu dané společnosti, přičemž v tomto případě se jednalo o dvě firmy z oblasti dřevozpracujícího průmyslu, kdy každá z nich užívá LCA přístup jiným způsobem, což může samo o sobě obohatit nejen je, ale i celou LCA metodiku.

Skrze posuzování životního cyklu budov lze najít cestu k udržitelné výstavbě, jelikož ta nespočívá v uplatňování jednoho nebo několika univerzálních řešení, ale hledání nových principů návrhu, nových materiálů a technologií jejich zpracování, nových technologií výstavby, včetně její organizace, nových metod posuzování a

hodnocení staveb apod., při současném zachování architektonické a konstrukční pestrosti a variability navrhovaných staveb (Hájek 2007).

3.5.1 Zjednodušení LCA při posuzování budov

Celá metoda popsaná normami řady ISO 14 040 umožňuje systematicky a podrobně zhodnotit celý životní cyklus výrobku, nebo služby, avšak pro mnoho případů, kdy je cílem odhalit konkrétní část procesu či daného produktu ke zlepšení, je tato analýza příliš časově a finančně náročná, než aby byla efektivní. Zjednodušení lze docílit nahrazením částí analýzy modelovými daty nebo nahrazením známých vztahů materiálových náročností jejich cenou, případně rovnou environmentálními dopady v případech, kdy jsou známé, což umožňuje kombinovat data jsoucí k dispozici s nahrazením těch úplně chybějících či takových, jejichž získání je nežádoucí časovou i finanční zátěží. Zjednodušení samozřejmě není tak přesné jako celková analýza, ale výsledky bývají plně dostatečné a to zejména pro vnitropodnikové rozhodování, kde se ke zrychleným postupům s ohledem na omezený prostor pro rozhodování přistupuje především (Hanus et al. 2004).

Vzhledem ke skutečnosti, že budovy tvoří složitý celek složený z mnoha jednotlivých prvků, je zapotřebí aplikovat určitá zjednodušení. Ta lze učinit omezením hranic systému, rozsáhlosti zdrojů dat a dat samotných, zahrnutím jen některých životních fází či volbou jen některého indikátoru dopadu. Inventarizační analýza může být omezena jen na hlavní prvky a procesy a hodnocení dopadu zjednodušeno do několika kategorií dopadu (Soust-Verdaguer et al. 2016).

Bribián et al. 2009. hodnotil obytnou budovu ve Španělsku zjednodušenou metodou - studie se zaměřila na výpočet spotřeby energie a emisí CO². Malmqvist et al. 2011 doporučuje pro zjednodušení LCA následující metody: snížení sběru dat a zaměření se na hlavní stavební prvky, zjednodušení inventarizační analýzy a kladení důrazu na nejdůležitější látky, které přispívají k určité kategorii dopadu, omezení výpočtů zaměřením na několik kategorií dopadů a snížení míry a doby používání CAD aplikací. Ve studii provedené Basbagill et al. 2013 byl ke kvantifikaci stavebních materiálů použit Informační model budovy (BIM - Building Information Model). Studie představuje metodu zahrnující BIM, LCA, energetické simulace, plán údržby, oprav a výměn (MRR – Maintenance, Repair and Replacement schedule) a

software pro analýzu citlivosti. Tato metoda může rychle integrovat LCA v raných fázích návrhu.

Dle Vilches et al. 2017 je problematickou metodou zjednodušení v kontextu posuzování životního cyklu vynechání fáze rekonstrukce, přitom právě ta je velmi typickou fází životního cyklu budovy a k celkovým environmentálním dopadům přispívá podstatným způsobem. Mnoho budov stojících zejména v Evropě bylo postaveno před více než 50 lety a otázka rekonstrukcí a s nimi spojenými zátěžemi je tak velmi aktuální (Vilches et al. 2017).

Pro účel konkrétních studií je možné v rámci zjednodušení některé fáze při posuzování vynechat, ale je potom potřeba počítat s omezenou vypovídající schopností a vzít to v úvahu při interpretaci výsledků (Erlandsson, Borg 2003).

Soust-Verdaguer et al. 2016 potvrzují, že zjednodušení při posuzování reálných objektů je při aplikaci LCA nutné, ale opět je třeba znát limity a brát v úvahu míru ovlivnění spolehlivosti, transparentnosti a srovnatelnosti výsledků. Výsledky poukazují na užitečnost metody LCA při posuzování environmentálních dopadů během celého životního cyklu budovy nebo jeho části a zejména posouzení vlivu na životní prostředí během raných fází návrhu a porovnání zabudované energie a energie během užívání. Strategie zjednodušení jsou optimalizace procesu sběru dat, omezení funkční jednotky, omezení studie pouze na relevantní etapy a moduly, zjednodušení definice scénáře, použití databází nebo jiných generických zdrojů dat, použití adekvátních metod výpočtu a snížení počtu environmentálních indikátorů. Na druhé straně, s ohledem na různorodost možných zjednodušení není možné, aby byla zajištěna srovnatelnost výsledků. Pokud jde o obtíže spojené se sběrem údajů, je potřeba vypracovat společná kritéria pro definování několika procesů, jako je stavebnictví, doprava, užívání, údržba, výměny, opravy, renovace a ukončení životnosti v souladu s regionálními vlastnostmi, které mohou zlepšit a poskytnout záruky za účelem porovnatelnosti výsledků (Soust-Verdaguer et al. 2016). Rovněž dle Lee et al. 2009 vyžaduje aplikace LCA na budovy sestavení databází materiálů a konstrukčních prvků.

Rovněž použití EPD není v LCA rodinných domů stále ověřeno, přestože je považováno za strategii zjednodušení. To zdůrazňuje potřebu pokračovat ve vývoji EPD pro stavební produkty. Roste zájem o BIM modely, jejichž data jsou pro studie

LCA velmi cenné a v případě dostupnosti využíváné. Porovnatelnost a komunikace výsledků se rapidně zlepšily po zavedení normy EN 15978, ale stále je třeba jít dál a stanovit společná kritéria pro porovnání výsledků podobných stavebních typologií a zjednodušit porovnání částečných LCA studií (Soust-Verdaguer et al. 2016).

Praktické pokyny s cílem podpořit zvýšené využívání LCA při projektování staveb stanovuje projekt European ENSLIC Building Project. Vznikly na základě konzultace s klienty, architekty a dalšími aktéry stavebního sektoru tak, aby bylo možno začít se zjednodušeným LCA přístupem v prvotních fází. Opět je nutné znát omezení, která zjednodušení přináší. Je také nadále nutné pracovat na propojení nástrojů LCA se stávajícími CAD a dalšími nástroji (Malmquist et al. 2011).

Cílem zjednodušených analýz je poskytnutí výsledků shodných s těmi z detailních LCA studií, ale ze předpokladu významného snížení finančních prostředků a času stráveného sběrem a optimalizací dat. Na začátku zjednodušené LCA analýzy je třeba stanovit oblasti zjednodušení tak, aby byly ovlivněny výsledky jen minimálně (Hanus et al. 2004).

3.5.2 Životní cyklus budovy

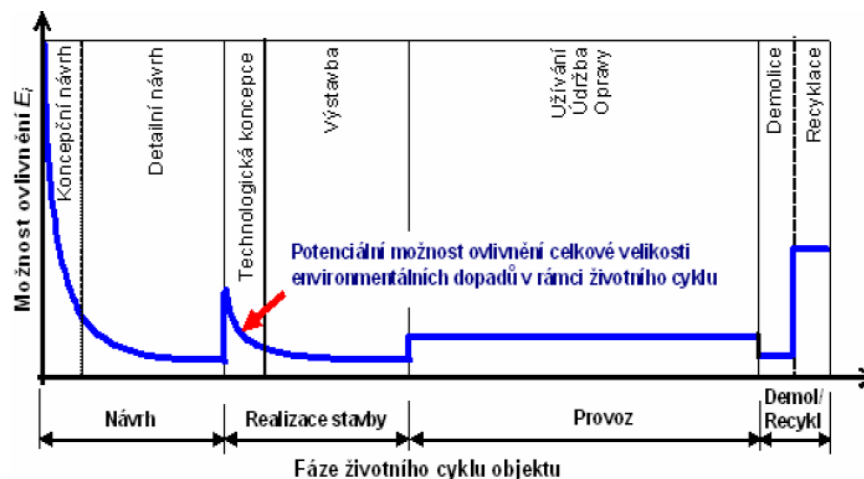
Tak jako životní cyklus jakéhokoli jiného výrobku, je životní cyklus budovy složen ze čtyř základních fází – získání surovin, přeměna těchto surovin na výrobek, užívání a ukončení cyklu – viz obrázek č. 2. Z pohledu environmentální a ekonomické náročnosti je nevýznamnější třetí fáze – užívání (Lee et al. 2009). Má ze všech nejdelší trvání, spotřebuje nejvíce prostředků a nejvíce ovlivňuje životní prostředí. Z tohoto důvodu je zapotřebí věnovat této fázi více pozornosti než doposud a to zejména v souvislosti s udržováním budov a jejich rekonstrukcemi (Vilches et al. 2017). To potvrzuje i Adalberth 1997 závěrem, že fáze užívání spotřebuje 85% a fáze výstavby jen 15% z celkové energie.

Na druhou stranu studie, které ukazují fázi užívání jako nejvýznamnější, se opírají o množství energie spotřebované na vytápění či chlazení objektů, ale další, zejména novější, studie prováděné na nízko-energetických domech či domech s téměř nulovou spotřebou energie již dokazují upozadění fáze užívání na úkor fáze výroby a výstavby, přičemž s ohledem na stále se zpřísnující legislativu lze očekávat, že tento trend bude dále sílit (Monteiro a Freire 2012).



Obrázek 2 – Základní fáze životního cyklu objektu (Kuda 2010)

Specifikem životního cyklu budovy je, krom jeho samotné délky, fáze, která předchází těžbě a zpracování surovin – tzv. předinvestiční, do které spadá zrození samotného záměru, jeho projektování a plánování (Kuda 2010). Ortiz et al. 2009 dospěli k závěru, že výsledky LCA mohou podporovat výběr určité kombinace konstrukcí s nejnižšími dopady. Právě v této fázi je tedy vhodné zařadit zjednodušené posouzení environmentálních dopadů a v co možná nejvyšší míře je tak snížit již na začátku, jak je patrné ze schématu na obr. 3:



Obrázek 3 – Fáze životního cyklu objektu (Kuda 2010)

Na skutečnosti o vhodnosti zařazení zjednodušeného posouzení LCA v rané fázi návrhu se shoduje naprostá většina dostupných zdrojů.

S ohledem na složitou materiálovou strukturu budov je velmi podstatnou částí životního cyklu také poslední fáze - ukončení životnosti – odstranění s možnou mírou recyklace. Specifikem budov je množství prováděné údržby a rekonstrukcí,

kterými je poslední fáze záměrně oddalována, avšak v momentě kdy nastane, je třeba se vyrovnat s řadou dopadů způsobených odpadním materiálem z demolice, ale i poptávky po energii pro provedení odstranění (Erlandsson, Borg 2003). V momentě odstraňování staveb jsou jednoznačným přínosem ty z obnovitelných materiálů (Hollberg, Ruth 2016). Mnohdy je tato fáze odsunuta daleko za uvažovanou hranici životnosti, což je způsobeno již zmíněnou velkou mírou rekonstrukcí a nadstandardní údržby. Ve fázích návrhu budovy by se mělo uvažovat právě i s ohledem na možnosti provádění rekonstrukcí, případně přestaveb tak, aby byly co nejnadhodněji proveditelné (Vilches et al. 2017).

Z pohledu stavebního a těžebního průmyslu, z pohledu naplnění platné legislativy, ale také z hlediska trvale udržitelného rozvoje jsou však důležité všechna stadia životního cyklu budov a jejich vzájemná propojenost. To lze zohlednit právě aplikací studií LCA.

3.5.3 Funkční jednotka

Porovnání různých výrobků má smysl za předpokladu, že plní stejnou funkci. Budovy ze své podstaty plní mnoho různých funkcí od bydlení, přes místa pro práci, zábavu či rekreaci, po výrobu a skladování atd. Funkční jednotka má být definována tak, aby i rozdílné budovy plnící stejnou funkci po podobně dlouhou dobu byly porovnatelné. Zpravidla je v případě posuzování budov brána celá budova, postavená v daném místě, navržená pro specifické použití (rodinný dům, kancelářská budova, továrna, ..) a splňující obecné požadavky na výstavbu jako jsou statická únosnost, osvětlení, požadavky na vytápění či chlazení, kvalita vnitřního vzduchu, ochrana osob a zdraví apod. Případně se jako funkční jednotka užívá m² užitné plochy za stejných podmínek jako v případě celé budovy (Peuportier 2001).

Přepočítání všech dat na zvolenou funkční jednotku je zásadní částí zpracování dat umožňující v rámci interpretační fáze LCA srovnání a zhodnocení jednotlivých procesů (Reisner 2005).

3.5.4 Hranice systému

Stěžejní součástí LCA analýzy budovy je jasné definování hranic systému, tedy co všechno bude ještě zahrnuto do daného posouzení. S ohledem na materiálovou

členitost, jejich celkový počet a řadu činností spojených s životním cyklem budovy tvoří omezení hranic základní východisko pro provedení efektivního zhodnocení environmentálních dopadů. S ohledem na cíle studie je možné hranice systému v rámci životního cyklu různě posouvat tak, aby byl výsledek vždy co nejvíce vypovídající (Hollberg, Ruth 2016).

Jeli objektem posouzení například základní stavební materiál čistě z hlediska jeho výroby, je logické omezit produktový systém na jedné straně elementárním tokem, kdy je získávána z životního prostředí základní surovina, přes její dopravu do místa zpracování až po toto zpracování na straně druhé. Další fáze, jako doprava na místo stavby, výstavba, provoz, rekonstrukce či demolice již stojí za hranicí systému, ale je třeba počítat s tím, že nebude možné z výsledků interpretovat jakékoli dopady, nebo procesy s nimi spojené. Analogicky bude-li cílem hodnotit dopady spojené pouze s vytápěním objektu, budou vstupy do systému představovat elementární toky spojené s těžbou paliv pro energetický průmysl či konečné spotřebitele, dále energie vložená do přeměny primárních látek na tepelnou energii, dále doprava této energie na místo určení (Peuportier 2001).

Ne nepodstatným vstupem je samotný objekt, kdy spotřeba tepla závisí na celé řadě jeho vlastností – například schopnost akumulovat teplo, součinitel prostupu tepla, potenciál tepelných zisků a ztrát atd.. Za hranicí systému se bude nacházet těžba surovin, výroba stavebního materiálu, výstavba, rekonstrukce a likvidace. Výstupem bude vždy energie potřebná k vytopení daného domu. Závislost výsledků na zvolených hranicích systému je značná a v případě špatné volby, může snadno dojít k sice dobrým číselným, ale špatně interpretovatelným výsledkům (Malmqvist et al. 2011).

3.5.5 Software pro provádění LCA

S ohledem na množství dat, se kterým se při hodnocení životního cyklu pracuje, je pro vyšší efektivitu analýz doporučeno užívat při jejím provádění specializovaný software sestávající z výpočtových programů a databází umožňujících zjednodušení a zrychlení výpočtových postupů při sestavování inventarizačních matic a stanovování environmentálních dopadů (Reisner 2005).

V následující tabulce je uveden výčet některých existujících softwarových nástrojů zaměřených na LCA obecně a také těch zaměřených přímo na LCA budov. Problémem užití programů z první uvedené kategorie je časová náročnost sběru a kvantifikace dat. Je-li snahou rozšířit užití LCA při prvotních fázích návrhu, kdy jsou však architekti a projektanti mnohdy časově omezeni, je logickým vyústěním vývoj specializovaných softwarových aplikací, které provedení analýzy usnadní a zrychlí, a umožní tak zohlednit její výsledky v rámci zpracovávání konceptu tak, aby byl od prvopočátku v souladu s minimalizací negativních vlivů na životní prostředí (Bribián et al. 2009).

Systém fungování software bývá podobný, je složený z částí, jako jsou modelování, databáze, výpočty inventarizací a výpočty environmentálních dopadů. V software je z jednotlivých procesů, propojených energetickými a materiálovými toky namodelován produktový systém, přičemž každý proces je pro možnost operativních inventarizačních změn propojen s databází, kde se nachází procesy jednotkové, členěné do skupin na procesy výroby, užívání, dopravy a tak dále.

Tabulka 2 - SW nástroje pro LCA (Bribián et al. 2009)

Obecné SW nástroje pro LCA		SW nástroje LCA specializované na budovy	
Boustead	www.boustead-consulting.co.uk	ATHENA	www.athenaSML.ca
Eco-it	www.pre.nl	BECOST	www.vtt.fi/rte/esitteet/ymparisto/lcahouse.html
Ecopro	www.sinum.com	BEES	www.bfrl.nist.gov/oae/software/bees.html
Ecosan	www.ind.tno.nl	ECOEFFECT	www.ecoeffect.se
Euklid	www.ivv.fhg.de	ECO-QUANTUM	www.ecoquantum.nl
Gabi	www.gabi-software.com	ECO-SOFT	www.ibo.at/de/ecosoft.html
KCL Eco	www.kcl.fi/eco	ENVEST 2.0	www.envest2.bre.co.uk
LCaIt	www.ekologik.cit.chalmers.se	EQUER	www.izuba.fr
Miet	www.leidenuniv.nl/cml/ssp/software	GREENCALC	www.greencalc.com
Pems	www.piranet.com/pack/lca_software.htm	LEGEP	www.legep.de
SimaPro	www.pre.nl	OGIP	www.ogip.ch
Team	www.ecobilan.com		
Umberto	www.umberto.de		
Wisard	www.pwcglobal.com		

Obdobným způsobem jako procesy je vhodné do databází ukládat i energetické a materiálové toky s patřičným vylišením toků produktových a elementárních, ke kterým je navíc přiřazen charakterizační faktor vyjadřující podíl na rozvoji kategorií dopadu. V pokročilejším software je obsažena i tzv. parametrizace dat, umožňující

po změně vstupních dat pozorovat řetězec změn až po změnu dat na výstupu. Tato funkce je často využívána při náhlých změnách parametrů dopravy či v případě změny skladby struktury směsných toků. Po namodelování produktových systémů následuje hodnocení dopadů životního cyklu, softwarové nástroje na základě zvolených elementárních toků na výstupu sestaví ekovektor produktu a v požadované podobě vytvoří tabulky buď se souhrny hmotnostních toků, nebo výsledky indikátorů kategorií dopadu. Některé z dostupných software navíc ctí standard normy ISO 14040, což usnadňuje tvorbu závěrečných zpráv a je tím zajištěna přehlednost a dobrá porovnatelnost jednotlivých projektů (Kočí 2013).

Tabulka 3 - Současné stavební LCA nástroje (Hollberg, Ruth 2016)

Type	Name	3D model	Energy demand calculation	Embodied impact calculation	Optimization	Online / Offline	Country	Website
Generic LCA tools	Gabi			●		Off	Germany	www.gabi-software.com/software/
	SimaPro			●		Off	Netherlands	www.pre-sustainability.com/simapro
	OpenLCA			●		Off	Germany	www.openlca.org/
	Umberto			●		Off	Germany	www.umberto.de/en/
Spreadsheet-based tools	Envest 2*			●	○	On	UK	www.envest2.bre.co.uk/index.jsp
	SBS Building Sustainability		○	●		On	Germany	www.sbs-onlinetool.com
	Ökobilanz Bau		○	●		On	Germany	www.oekobilanz-bau.de/oekobilanz/
	eTOOL		○	●		On	Australia	www.etooglobal.com/about-etooldcd/
	Athena Impact Estimator		○	●		Off	Canada	www.athenasmi.org/our-software-data/overview/
	Legep		●	●	○	Off	Germany	www.legep.de/
	Elodie		●	●		Off	France	www.elodie-cstb.fr/
	GreenCalc+			●		Off	Netherlands	www.greencalc.com/index.html
Component catalogues	EcoSoft			●		On	Austria	www.ibo.at/en/ecosoft.htm
	Bauteilkatalog			●		On	Switzerland	www.bauteilkatalog.ch/ch/de/Bauteilkatalog.asp
	eLCA		○	●		On	Germany	www.bauteileditor.de/
	BEES			●		On	US	www.nist.gov/el/economics/BEESSoftware.cfm
CAD integrated	Impact	●	○	●		On	UK	www.impactwba.com/index.jsp
	Cocon-BIM	○	●	●		Off	France	www.eosphere.fr/
	Lesosai	○	●	●		Off	Switzerland	www.lesosai.com/de/index.cfm
	360optimi	●	●	●		Off	Finland	www.360optimi.com/en/home
	Tally	●	○	●		Off	US	www.choosetally.com/

- Partial functionality / additional software needed / external calculation
 ● Full functionality
 * No new licenses sold, now integrated in Impact

4. Metodika

V rámci posouzení LCA byla na základě provedené literární rešerše a získání vstupních údajů vypracována analýza CED-LCA (Cumulative Energy Demand). Tato analýza měřitelným způsobem definuje objem spotřebované energie v životním cyklu daného materiálu, či suroviny, použitých pro výstavbu vybrané varianty domu (dle stanovených objemů, struktury vstupních materiálů a použitých surovin).

Pro porovnání byl zvolen dvoupodlažní rodinný dům o celkové zastavěné ploše 140 m², specifikovaný výkresovou dokumentací zpracovanou Martinem Vývodou v rámci jeho bakalářské práce na stavební fakultě Vysokého učení technického v Brně. Výkresová dokumentace byla zpracována pro dům z pórobetonových tvárnic Ytong a v rámci zpracování této studie doplněna o alternativní řešení s nosným konstrukčním systémem ze sloupkové konstrukce.

Pro obě varianty byly stanoveny objemy materiálů použitých pro zhotovení základových konstrukcí, obvodových stěn, stropních konstrukcí a konstrukce krovu. V rámci zjednodušení byly vynechány kompletní výplně otvorů, schodiště, střešní krytina, zateplovací fasádní systém a vnitřní povrchová úprava stěn. Vynechány byly také veškeré ZTI, PSV a obě komínová tělesa. Je uvažováno, že veškeré výše zmiňované prvky se shodují jak pro dům na bázi dřeva, tak pro dům na bázi pórobetonu. Pro obě konstrukční varianty byl stanoven součinitel prostupu tepla konstrukcí pro možnost porovnání tepelně-technických parametrů.

Vypočtené objemy materiálů byly podrobeny CED analýze LCA. Výpočet byl proveden pomocí programu Boustead Model 6.0 Ing. Marií Tichou ze společnosti MT KONZULT, přičemž se jedná o certifikovanou metodu a tato společnost je jediným subjektem v ČR, který disponuje licencí pro použití databáze společnosti Boustead Consulting Ltd. Zjištěné výsledky byly v rámci této práce analyzovány a byly porovnány pro oba zvolené typy konstrukcí. Boustead Model je samostatná databáze a aplikace, která umožňuje uživateli sestavit kompletní inventarizace životního cyklu prakticky pro každý pracovní postup. Databáze, která souvisí s aplikací, je největší, otevřená, plně editovatelná inventarizační databáze, která je dostupná na trhu. Hodnota Boustead Model spočívá jak v množství inventarizačních údajů v databázi, tak ve způsobu, jakým jsou postupy navzájem propojeny (Reisner 2005).

5. Charakteristika hodnocených konstrukcí

Následuje stručná charakteristika obou zvolených porovnávaných konstrukčních systémů včetně výpočtu součinitele prostupu tepla, typických řezů konstrukcemi a stanovených objemů materiálů, které byly podkladem pro samotný výpočet energetické náročnosti při výrobě. Pro obě varianty jsem vycházel z dokumentace pro dům na bázi pórobetonu. Při návrhu alternativního řešení – sloupkové konstrukce na bázi dřeva – jsem jako srovnávací parametr zvolil součinitel prostupu tepla, přičemž bylo snahou dosáhnout co nejbližší hodnoty za účelem nezvýhodňování jedné či druhé varianty. Přeci má však dřevostavba výhodu - s ohledem na menší tloušťku stěn narůstá užitná plocha objektu, jelikož byly zachovány jeho vnější rozměry.

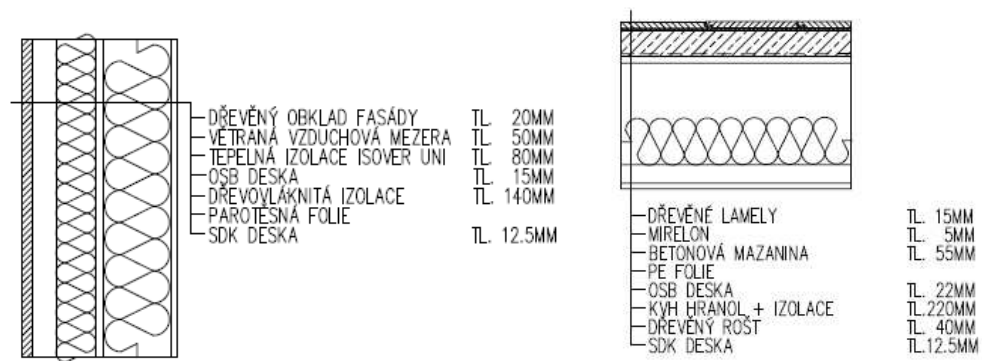
5.1 Dům na bázi dřeva

Jako plnohodnotná alternativa k uvažovanému objektu rodinného domu z pórobetonových tvárnic Ytong, pro který byla zpracována projektová dokumentace, byla zvolena dřevostavba s nosným systémem ze sloupkové konstrukce. Konkrétní skladbu jsem navrhl s ohledem na srovnatelné vlastnosti. Při stejné zastavěné ploše 140 m² je celková užitná podlahová plocha (v obou podlažích) o 12 m² větší, než v případě domu z pórobetonu, tedy 224 m² místo 212 m².

Obvodová konstrukce stěn je uvažována ze svislých lepených KVH hranolů 60 x 140 mm kladených po 625 mm s vodorovnými prvky v místech oken a dveří. Mezi těmito hranoly je umístěna desková dřevovláknitá izolace STEICO tloušťky 140 mm. Z vnější strany stěny je uvažována OSB deska tl. 15 mm, z vnitřní strany pak parotěsná folie a SDK deska tl. 12,5 mm.

Konstrukce stropu mezi přízemím a prvním nadzemním podlažím je navržena rovněž z KVH hranolů, rozměr 60 x 220 mm. Mezi nimi je vložena akustická izolace tl. 100 mm. Konstrukce je z vrchní strany zaklopena OSB deskou tl. 22 mm, překryta PE folií a zalita 55 mm betonové stěrky. Na spodní straně nosné konstrukce stropu se nachází dřevěný rošt 40 x 60 mm, zaklopený SDK deskou tl. 12,5 mm.

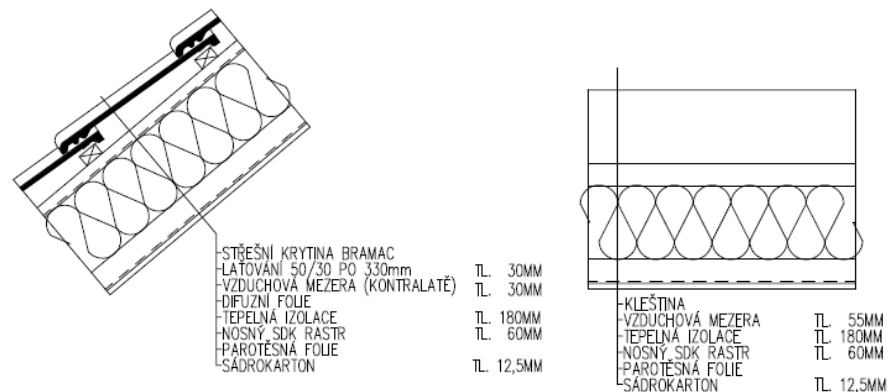
5. Charakteristika hodnocených konstrukcí



Obrázek 4 - Řez obvodovou stěnou a stropní konstrukcí 1.np (autor)

Strop mezi prvním patrem a podkrovím je tvořen (směrem odspoda nahoru) SDK deskou tl. 12,5 mm, parotěsnou folií, křížovým ocelovým rastroem tl. 60 mm s vloženou minerální izolací, další vrstvou minerální izolace tl. 180 mm. Celá tato konstrukce je zavěšena na kleštinách, které jsou součástí krovu.

Shodná skladba je i v místě šikmin prvního patra, kdy je však nosná část podhledu kotvena namísto kleštin do střešních krokví, na kterých se pak ještě nachází difuzní fólie, vzduchová mezera - kontralatě tl. 30 mm, latě shodné tloušťky a střešní krytina z tašek Bramac. Latě, kontralatě a střešní krytina nebyly součástí hodnocení. Obě výše zmíněné konstrukce jsou v řezech znázorněny na obr. 5.

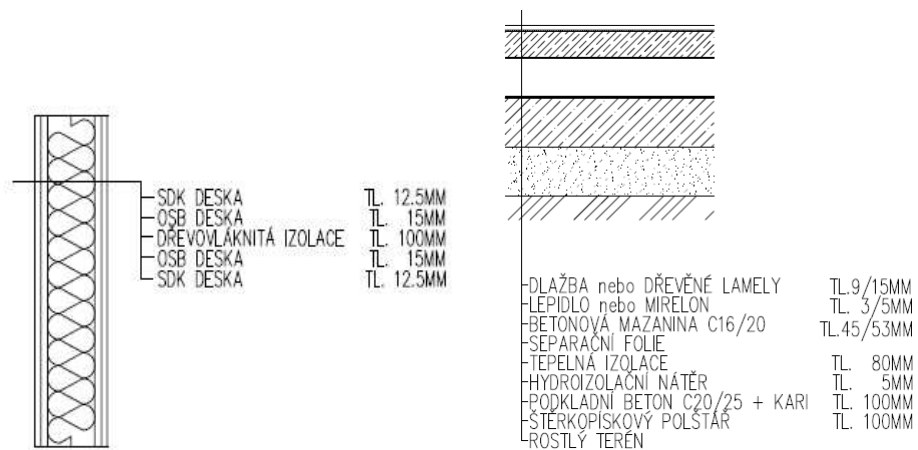


Obrázek 5 – Řez střechou a stropní konstrukcí 2.np (autor)

Příčky v přízemí i prvním patře jsou řešeny shodně z lepených KVH hranolů tloušťky 100 mm kladených v osové vzdálenosti 625 mm. Mezi ně je pak vloženy dřevovláknité izolace STEICO tl. 100 mm a dřevěný rastr vyplněný deskovou izolací je z obou stran opatřen dvojím záklopem – OSB deska tl. 15 mm a SDK deska tl. 12,5 mm. Celková tloušťka příček je tedy 155 mm.

5. Charakteristika hodnocených konstrukcí

Skladba podlah v přízemí je od rostlého terénu směrem vzhůru následující – podkladní šterkopískový polštář frakce 0/4mm tl. 100 mm, podkladní beton C 20/25 s KARI sítí 5/100/100 tl. 100 mm, 4 vrstvy hydroizolačního nátěru o celkové tloušťce 5 mm, izolační vrstva z minerální rohože tl. 80 mm, betonová mazanina v tloušťce 45 / 53 mm v závislosti na typu podlahové krytiny, lepidlo tl. 3 mm nebo mirelon tl. 5 mm, keramická dlažba tl. 9 mm nebo dřevěné lamely tl. 15 mm. Součástí hodnocení nebyla tepelná izolace a podlahové krytiny.



Obrázek 6 – Řez příčkou a podlahou v 1.np (autor)

5.1.1 Stanovení součinitele prostupu tepla

Výpočet byl proveden pomocí standardního nástroje „Prostup tepla vícevrstvou konstrukcí a průběh teplot v konstrukci“ dostupného na internetové stránce www.tzb-info.cz. Výpočet Prostup tepla vícevrstvou neprůsvitnou konstrukcí umožňuje určit tepelný odpor a součinitel prostupu tepla konstrukce dle platných norem a výsledek porovnat s požadavky aktuální ČSN 73 0540-2:2011 Tepelná ochrana budov - Část 2. Výpočet je naprogramován v souladu s ČSN 73 0540-4 Tepelná ochrana budov - Část 4: Výpočtové metody a ČSN EN ISO 6946 Stavební prvky a stavební konstrukce. Do výpočtu lze zadávat konstrukce s tepelnou izolací proměnné tloušťky, konstrukce se systematickými tepelnými mosty, střechy s opačným pořadím vrstev (<http://stavba.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/140-prostup-tepla-vicevrstvou-konstrukci-a-prubeh-teplot-v-konstrukci>). Výpočet je nejprve proveden pouze pro nosnou část, tedy pro hodnocenou skladbu SDK deska 12,5 mm, sloupková konstrukce s dřevovláknitou izolací tl. 140 mm a OSB deskou tl. 15mm a následně pro kompletní skladbu stěny. Z výpočtu vyplývá, že celková skladba

splňuje normou požadované hodnoty pro pasivní dům a nosná část skladby v celkové šířce 168 mm, která je posuzována v této studii, je na hranici normovaných požadavků. Hodnoty jsou patrné z tabulky č. 4.

5.1.2 Inventarizační tabulka I - dřevostavba

Pro další zpracování dat byla tato uspořádána do přehledové inventarizační tabulky, kde je pro každý materiál uvedena uvažovaná objemová hmotnost, objem v metrech krychlových, hmotnost v kilogramech a bylo-li možno stanovit, plošná výměra v metrech čtverečních. Uvažované konstrukce jsou vyobrazeny na schématu na obrázku v příloze č. 1, přičemž jednotlivé barvy odpovídají barvám v inventarizační tabulce – příloha č. 2. Data pro inventarizační tabulku byla získána vedlejšími výpočty autora za použití dokumentace, technických listů konkrétně uvažovaných materiálů a všeobecně užívaných hodnot objemových hmotností pro materiály, jako jsou beton, písek, ocel, dřevo. Použité podklady tvoří přílohy práce.

Tabulka 4 - Porovnání hodnot součinitele prostupu tepla pro základní nosnou konstrukci a kompletní skladbu - varianta dřevostavba (<http://stavba.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/140-prostup-tepla-vicervrstvou-konstrukci-a-prubeh-teplot-v-konstrukci>)

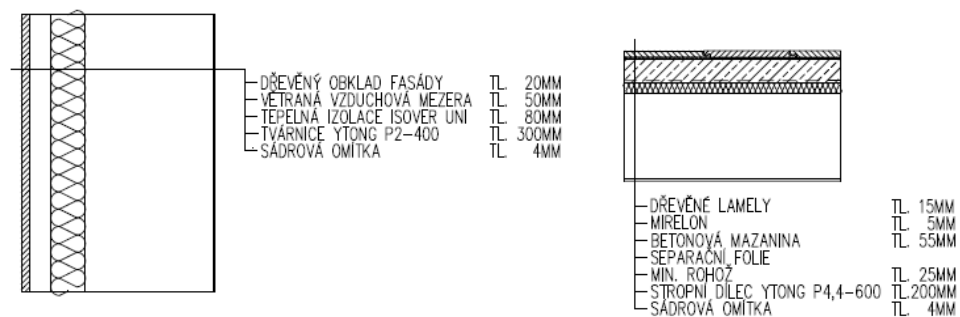
TYP KONSTRUKCE							
stěna obvodová		jednoplášťová konstrukce					
Tepelný odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce R_{si}					0,13	m^2K/W	$\theta_0 = 19,31\text{ }^\circ\text{C}$
interiér ↓ exteriér	j	Materiál	d [m]	λ_n [$W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$]	R_j [m^2K/W]	θ_j [$^\circ\text{C}$]	
	1	Sádrokarton	0,0125	0,21	0,06	18,72	↓
	2	Dřevoláknité desky měkké	0,140	0,046	3,043	-11,46	↑ ↓
	3	Deska s 	0,015	0,13	0,115	-12,6	↑
Tepelný odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce R_{se}					0,04	m^2K/W	$\theta_e = -13\text{ }^\circ\text{C}$
Přidat vrstvu konstrukce							
TYP KONSTRUKCE							
stěna obvodová		jednoplášťová konstrukce					
Tepelný odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce R_{si}					0,13	m^2K/W	$\theta_0 = 19,87\text{ }^\circ\text{C}$
interiér ↓ exteriér	j	Materiál	d [m]	λ_n [$W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$]	R_j [m^2K/W]	θ_j [$^\circ\text{C}$]	
	1	Sádrokarton	0,0125	0,21	0,06	19,54	↓
	2	Dřevoláknité desky měkké	0,140	0,046	3,043	2,53	↑ ↓
	3	Deska s 	0,015	0,13	0,115	1,88	↑ ↓
	4	Isover UNI	0,08	0,035	2,286	-10,89	↑ ↓
	5	Vzduchová vrstva tl. 50 mm	0,050	0,294	0,17	-11,84	↑ ↓
	6	Dřevo	0,02	0,12	0,167	-12,78	↑
Tepelný odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce R_{se}					0,04	m^2K/W	$\theta_e = -13\text{ }^\circ\text{C}$
Přidat vrstvu konstrukce							
VYHODNOCENÍ KONSTRUKCE				VYHODNOCENÍ KONSTRUKCE			
Součinitel prostupu tepla konstrukce		Odpor při prostupu tepla konstrukce		Součinitel prostupu tepla konstrukce		Odpor při prostupu tepla konstrukce	
$U = 0,3\text{ }W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$		$R_T = 3,39\text{ }m^2 \cdot K/W$		$U = 0,17\text{ }W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$		$R_T = 6,01\text{ }m^2 \cdot K/W$	
<small>dle ČSN 73 0540-4 a ČSN EN ISO 6946</small>				<small>dle ČSN 73 0540-4 a ČSN EN ISO 6946</small>			

5.2 Dům na bázi pórobetonu

Dům na bázi pórobetonu má při zastavěné ploše 140 m² celkovou užitnou podlahovou plochu (obě podlaží) 212 m².

Konstrukce obvodových stěn je tvořena pórobetonovými tvárnici Ytong P2-400 tl. 300 mm, doplněnými o tepelnou izolaci tl. 80 mm, provětranou 50 mm vzduchovou mezeru a dřevěným palubkovým obklad tl. 20 mm z vnější strany a sádrovou omítkou ze strany vnitřní. Hodnocena byla pouze konstrukce z tvárnice Ytong tl. 300 mm, to je ta část svými vlastnostmi odpovídající navržené alternativě dřevěné sloupkové konstrukce.

Stropní konstrukce mezi přízemím a prvním patrem je tvořena nosnými stropními dílci Ytong P4,4-600 tl. 200 mm ze spodní strany omítnutými sádrovou omítkou a z vrchní strany s následující skladbou – minerální rohož tl. 25 mm, separační vrstva, betonová mazanina tl. 55 mm, mirelon tl. 5 mm a podlaha z dřevěných lamel tl. 15 mm. Hodnocena byla opět pouze nosná část - konstrukce z dílců Ytong tl. 200 mm. Na obrázku č. 7 je vyobrazena kompletní skladba obvodové stěny a stropu.



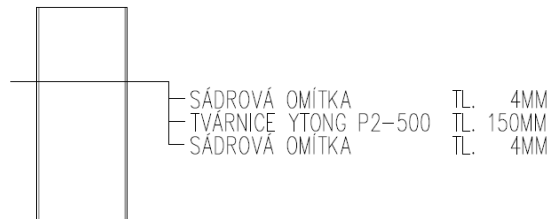
Obrázek 7 – Řez obvodovou stěnou a stropní konstrukcí 1.np domu (autor práce)

Vodorovná stropní a šikmá střešní konstrukce včetně podhledů v prvním nadzemním podlaží je svou skladbou shodná s variantou domu ze sloupkové konstrukce. Rovněž je shodná skladba podlahových konstrukcí v přízemí. Viz obr. 5.

Příčky v přízemí jsou tvořeny příčkovkami P2-500 tl. 150 mm a nachází se zde i dvě nosné stěny z tvárnice Ytong P2-500 tloušťky 200 mm. Příčka mezi zádveřím a schodišťovou halou je z luxfer tl. 100 mm. V prvním nadzemním podlaží jsou příčky z příčkovek P2-500 tl. 100 mm a 150 mm. Do hodnocení byly zahrnuty všechny

5. Charakteristika hodnocených konstrukcí

příčky vyjma těch z luxfer. Skladba podlah a příček je k vidění na následujícím obrázku.



Obrázek 8 – Řez příčkou v obou podlažích (autor práce)

5.2.1 Stanovení součinitele prostupu tepla

Výpočet byl proveden pomocí stejného nástroje jako v případě dřevěné konstrukce a to nejprve pro posuzovanou samotnou nosnou konstrukci a poté pro kompletní skladbu. Hodnoty korespondují s výsledky pro dřevěnou variantu.

Tabulka 5 - Porovnání hodnot součinitele prostupu tepla pro základní nosnou konstrukci a kompletní skladbu - varianta Ytong (<http://stavba.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/140-prostup-teplavicevrstvou-konstrukci-a-prubeh-teplot-v-konstrukci>)

TYP KONSTRUKCE tzbinfo

stěna obvodová | jednoplašťová konstrukce

Tepelný odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce R_{si} 0.13 m²K/W $\theta_0 = 19.21$ °C

j	Materiál	d [m]	λ_m [W.m ⁻¹ .K ⁻¹]	R_j [m ² K/W]	θ_j [°C]
1	YTONG P2-400	0,300	0,101	2,97	-12,57

Tepelný odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce R_{se} 0.04 m²K/W $\theta_e = -13$ °C

Přidat vrstvu konstrukce

TYP KONSTRUKCE tzbinfo

stěna obvodová | jednoplašťová konstrukce

Tepelný odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce R_{si} 0.13 m²K/W $\theta_0 = 19.84$ °C

j	Materiál	d [m]	λ_m [W.m ⁻¹ .K ⁻¹]	R_j [m ² K/W]	θ_j [°C]
1	Sádrová omítka	0,004	0,4	0,01	19,79
2	YTONG P2-400	0,300	0,101	2,97	2,5
3	Isover UNI	0,08	0,035	2,286	-10,81
4	Vzduchová vrstva tl. 50 mm	0,050	0,294	0,17	-11,8
5	Dřevo	0,02	0,12	0,167	-12,77

Tepelný odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce R_{se} 0.04 m²K/W $\theta_e = -13$ °C

Přidat vrstvu konstrukce

VYHODNOCENÍ KONSTRUKCE tzbinfo

Součinitel prostupu tepla konstrukce $U = 0.32$ W.m ⁻² .K ⁻¹	Odpor při prostupu tepla konstrukce $R_T = 3.14$ m ² .K/W
---	---

dle ČSN 73 0540-4 a ČSN EN ISO 6946

VYHODNOCENÍ KONSTRUKCE tzbinfo

Součinitel prostupu tepla konstrukce $U = 0.17$ W.m ⁻² .K ⁻¹	Odpor při prostupu tepla konstrukce $R_T = 5.77$ m ² .K/W
---	---

dle ČSN 73 0540-4 a ČSN EN ISO 6946

6. Výsledky CED analýzy LCA

Data z obou inventarizačních tabulek byla odeslána do firmy MT Konzult, kde došlo k jejich dalšímu zpracování a vložení do programu Boustead Model 6.0. Výsledkem je číselné vyjádření energie spotřebované na výrobu jednotlivých materiálů v MJ pro obě uvažované varianty objektu rodinného domu. Jako funkční jednotka byl zvolen celý objekt. Podrobné výsledky CED analýzy (včetně dílčích hodnot jednotlivých druhů energie) jsou uvedeny v tabulce v příloze č. 4. V následující tabulce č. 6 jsou uvedeny souhrnné hodnoty pro jednotlivé materiály obou variant v MJ a jejich procentuální zastoupení na celkové spotřebované energii.

Tabulka 6 - Souhrnné výsledky CED analýzy – spotřebovaná energie v MJ pro obě varianty materiálových struktur (autor z dat od MT Konzult - Boustead Model 6.0)

CED	Jednotky	Štěrka	Písek	Kari síť	Beton 25MPa	Beton 20MPa	Protiradonová izolace	Hydroizolace	KVH hranoly	Trámky a řezivo
Dům na bázi porobetonu										
Celkem	MJ	1790,46	1773,70	1296,20	80697,06	20312,62	1445,60	1525,91	10177,54	2485,58
Zastoupení z celku		0,48%	0,47%	0,34%	21,42%	5,39%	0,38%	0,40%	2,70%	0,66%
Dům na bázi dřeva										
Celkem	MJ	1790,46	1773,70	1296,20	80697,06	20312,62	1445,60	1525,91	59473,49	1254,19
Zastoupení z celku		0,26%	0,26%	0,19%	11,80%	2,97%	0,21%	0,22%	8,70%	0,18%

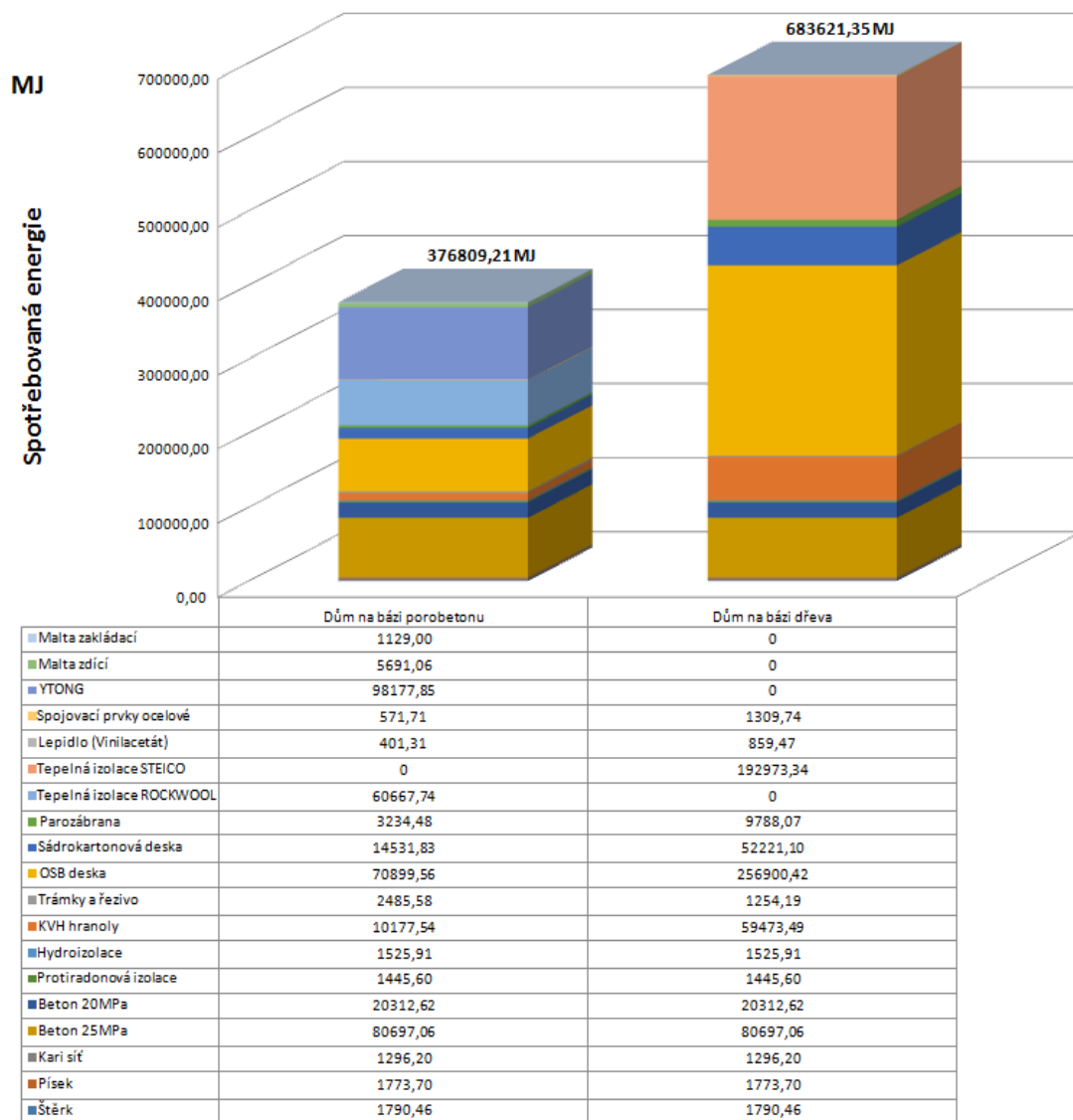
Sádrokartonová deska	Parozábrana	Tepelná izolace ROCKWOOL	Tepelná izolace STEICO	Lepidlo (Vinilacetát)	Spojovací prvky ocelové	YTONG	Malta zdíci	Malta základací	Celkem
14531,83 3,86%	3234,48 0,86%	60667,74 16,10%	0 0,00%	401,31 0,11%	571,71 0,15%	98177,85 26,06%	5691,06 1,51%	1129,00 0,30%	376809,21
52221,10 7,64%	9788,07 1,43%	0 0,00%	192973,34 28,23%	859,47 0,13%	1309,74 0,19%	0 0,00%	0 0,00%	0 0,00%	683621,35

Ze získaných údajů je patrné, že z hlediska energetické náročnosti na výrobu materiálů použitých pro výstavbu, která byla předmětem tohoto posouzení, je energeticky náročnější varianta dřevostavby a to konkrétně o 306812,144 MJ. Tento výsledek je poměrně překvapivý, jelikož byla předpokládána menší energetická náročnost spíše u varianty objektu na bázi dřeva. Struktura spotřebované energie pro výrobu použitých materiálů a surovin pro výstavbu konstrukce domu na bázi dřeva je uvedena v následujícím grafu 1 a dále je pak v grafu 2 uvedena struktura spotřebované energie pro výrobu použitých materiálů a surovin pro výstavbu konstrukce domu na bázi neobnovitelných materiálů. Z grafů je patrné, které materiály se na energetické spotřebě pro danou variantu podílí nejvíce.

U varianty domu na bázi dřevostavby jde jednoznačně o OSB desky a dřevovláknitou izolaci STEICO, jejichž podíl na celkovém množství energie potřebné pro výrobu činí dohromady více než 65%. Jde o materiály na bázi obnovitelných surovin (dřevo), ale pro jejich výrobu je zapotřebí větší množství energie a množství chemických látek pro jejich úpravu. Například při výrobě OSB desky musí být dřevo desintegrováno na třísky, vysušeno, nasyceno pryskyřicí, zalisováno a formátováno. Podobným technologickým procesem prochází i sádkartonové desky, izolace STEICO a další. Jde o materiály, které jsou sice na bázi obnovitelných surovin, ale jejich výroba je z technologického a z energetického hlediska v porovnání k domu na bázi neobnovitelných surovin náročnější. Až na třetím místě – necelých 15% - se nachází beton obsažený v základových konstrukcích, které přitom představují více než 75% celkové hmotnosti stavby ve variantě dřevostavby. Naproti tomu u varianty stavby z pórobetonových tvárnic Ytong je nejvíce energie při výrobě spotřebováno při výrobě tvárnic, dále betonu obsaženém v základových konstrukcích, opět ve velké míře OSB desek a na čtvrtém místě pak izolace z kameninové vaty. Celkově je zde zastoupení hlavních konstrukčních materiálů vyrovnanější. Pro doplnění - pórobeton Ytong se vyrábí z jemně namletého písku smíchaného s vápnem, cementem, vodou a kypřicí látkou, která zajistí klíčovou vlastnost v podobě rovnoměrně rozložených vzduchových pórů. Po ztuhnutí se ještě ztuhlé bloky přesně nařezou a vytvrdí vodní párou.

Porovnání struktury spotřebované energie pro výrobu použitých materiálů a surovin pro výstavbu obou variant konstrukcí domů je uvedeno v následujícím grafu 3. Je patrné, že materiály spotřebované pro výstavbu domu na bázi dřeva vykazují větší energetickou náročnost, než tomu je u varianty domu na bázi neobnovitelných materiálů. Důvodem je již zmíněná vysoká energetická náročnost výroby OSB desek a dřevovláknité izolace, ale důležitým faktorem je také samotná konstrukční struktura domu na bázi dřeva, která je, ve smyslu použitých materiálů a jejich skladby, v porovnání s domem na bázi neobnovitelných materiálů, složitější. Z grafu je také dobře vidět již zmíněná větší vyváženost energetické náročnosti pro jednotlivé materiály o domu z pórobetonových tvárnic Ytong.

Graf 3 - Porovnání spotřeby energie (v MJ) pro strukturu použitých materiálů pro dům na bázi neobnovitelných materiálů a na bázi dřeva (autor z tabulky č. 6)



Nad rámec rozsahu práce jsou pro doplnění v následující tabulce č. 7 uvedeny hodnoty výsledků základní EPD analýzy týkající se opět produkční fáze obou porovnávaných variant rodinného domu. Tato analýza byla provedena jako doplněk v rámci hodnocení CED a to souhrnně pro celé materiálové struktury bez bližší specifikace vázané na jednotlivé materiály a suroviny. Z výsledků je patrné, že větší environmentální dopady má dům na bázi neobnovitelných materiálů, který pouze v jedné kategorii – eutrofizaci – dosahuje nižších hodnot než dům na bázi dřeva. Ačkoli je tedy dům z pórobetonových tvárnic Ytong šetrnější z hlediska spotřebované energie při výrobě, z hlediska v EPD hodnocených kategorií dopadu je na tom lépe dům na bázi dřeva.

Tabulka 7 - Porovnání EPD pro obě hodnocené varianty rodinného domu (MT KONZULT, Boustead Model 6.0)

Kategorie dopadu	Jednotka	Ytong	Dřevostavba
Acidifikace (AP)	kg SO ₂ ekv.	120,1325111	91,39002345
Eutrofizace (EP)	kg PO ₄ ³⁻ ekv.	29,55025579	64,77637079
Potenciál globálního oteplování (GWP100a)	kg CO ₂ ekv.	33210,19774	29116,97134
Tvorba fotooxidantů (POCP)	kg C ₂ H ₄ ekv.	6,963948011	4,204478132
Poškození ozonové vrstvy (ODP)	kg CFC-11 ekv.	0,002182827	0,001129432
Čerpání zdrojů (AD)	kg Sb ekv.	0,046708642	0,026806854

7. Diskuze

Z výsledků CED analýzy vyšel z hlediska výroby energeticky náročnější dům na bázi dřeva a to s výsledkem 683621,354 MJ oproti 376809,21 MJ u domu na bázi neobnovitelných materiálů. Energetická náročnost při výrobě domu z pórobetonových tvárnic Ytong dosahuje 55,1 % energetické náročnosti při výrobě domu na bázi dřeva. Hlavními původci tohoto rozdílu v rámci materiálové skladby jsou OSB desky a dřevovláknitá izolace, jak je patrné z výše uvedených grafů. V tabulce č. 8 jsou uvedeny pro obě varianty porovnání podílů všech jednotlivých materiálů a surovin na celkové hmotnosti a na celkovém objemu s již uvedenými podíly na celkové energetické náročnosti.

Jak je vidět, materiály, které jsou pro obě varianty domu objemově i charakteristikou určující, to je pro dům na bázi dřeva dřevovláknitá izolace Steico (cca 48 % objemu) a pro dům na bázi neobnovitelných materiálů pórobetonové tvárnice Ytong (cca 52,5 %), představují zároveň podstatnou část celkové spotřebované energie. V případě domu z pórobetonových tvárnic je to zároveň i největší podíl na celkové spotřebované energii (asi 26 %), což nelze říci o dřevovláknité izolaci v případě domu na bázi dřeva, které je svou energetickou náročností (přes 28 %) až za OSB deskou (téměř 38 %). Jestliže ve variantě dřevostavby, kde je hmotnost OSB desek asi 9 t z celkových 167 t, tedy něco přes 5 % a objem 14,5 m³ z celkových 210 m³ (asi 7 %), je zmíněných 38 % spotřeby energie hodných pozornosti, je v případě objektu z neobnovitelných materiálů při celkovém podílu hmotnosti 2,5 t z celkových 201 t, tedy 1,24 % a objemu 4 m³ z 250 m³ (1,6 %), téměř 19 % spotřebované energie přímo alarmující. Pórobetonové tvárnice Ytong se tak se svými 60 t z celkových 201 t, tedy asi 30 % podílu na hmotnosti a 26 % podílu na celkové energetické náročnosti jeví více šetrné

k životnímu prostředí, než se může na první pohled zdát a než bylo očekáváno. V obou případech mají největší podíl na hmotnosti domu betonové konstrukce, pro Ytong téměř 40 % a pro dřevostavbu téměř polovinu celkové hmotnosti. Energetická náročnost na výrobu betonových konstrukcí se však téměř dvakrát více podílí na té celkové u domu z pórobetonu, neboť u dřevostavby je upozaděna již zmíněnou energeticky velmi náročnou OSB deskou a dřevovláknitou izolací. Z ostatních použitých materiálů se na spotřebované energii významně podílí ještě tepelná izolace z kameninové vlny v případě domu na bázi neobnovitelných materiálů, jejíž energetická náročnost je srovnatelná s tou na výrobu dřevovláknité izolace pro dřevostavbu a KVH hranoly a sádrokartonové desky v obou případech. Nejmenší výrobní energetické nároky vykazuje vinilacetátové lepidlo a ocelové spojovací prvky a to v obou řešených variantách.

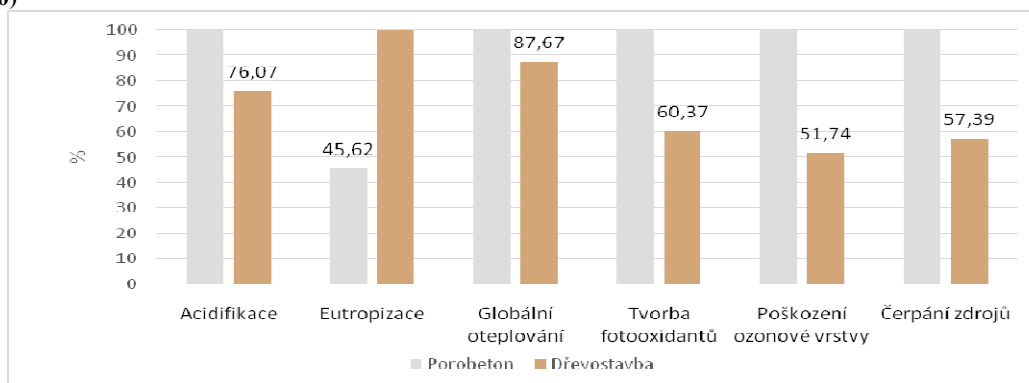
Tabulka 8 - Porovnání podílů jednotlivých materiálů na celkové hmotnosti, objemu a energetické náročnosti (autor z tabulky v příloze č. 2 a 3 a tabulky č. 6)

kg vs m ³ vs MJ	Jednotky	Štěrk	Písek	Kari síť	Beton 25MPa	Beton 20MPa	Protiradonová izolace	Hydroizolace	KVH hranoly	Trámky a řezivo
Dům na bázi porobetonu										
Hmotnost	kg	10660	11460	368,95	79263	25584	175,5	234	4086,6	750,6
Podíl na celkové hmotnosti	%	5,30%	5,70%	0,18%	39,41%	12,72%	0,09%	0,12%	2,03%	0,37%
Objem	m ³	5,33	5,33	0,047	33,74	10,66	0,234	0,585	6,811	1,251
Podíl na celkovém objemu	%	2,13%	2,13%	0,02%	13,47%	4,26%	0,09%	0,23%	2,72%	0,50%
Spotřebovaná energie	MJ	1790,46	1773,70	1296,20	80697,06	20312,62	1445,60	1525,91	10177,54	2485,58
Zastoupení z celku	%	0,48%	0,47%	0,34%	21,42%	5,39%	0,38%	0,40%	2,70%	0,66%
Dům na bázi dřeva										
Hmotnost	kg	10660	11460	368,95	79263	25584	175,5	234	14796,6	1127,4
Podíl na celkové hmotnosti	%	6,37%	6,84%	0,22%	47,33%	15,28%	0,10%	0,14%	8,84%	0,67%
Objem	m ³	5,33	5,33	0,047	33,74	10,66	0,234	0,585	24,661	1,879
Podíl na celkovém objemu	%	2,54%	2,54%	0,02%	16,05%	5,07%	0,11%	0,28%	11,73%	0,89%
Spotřebovaná energie	MJ	1790,46	1773,70	1296,20	80697,06	20312,62	1445,60	1525,91	59473,49	1254,19
Zastoupení z celku	%	0,26%	0,26%	0,19%	11,80%	2,97%	0,21%	0,22%	8,70%	0,18%

OSB deska	Sádrokartonová deska	Parozábrana	Tepelná izolace ROCKWOOL	Tepelná izolace STEICO	Lepidlo (Vinilacetát)	Spojovací prvky ocelové	YTONG	Malta zdící	Malta základací	Celkem
2485,58	2529,32	21,36	1870,48	0	8,505	345,995	59613,6	1385,1	271,351	201113,941
1,24%	1,26%	0,01%	0,93%	0,00%	0,004%	0,17%	29,64%	0,69%	0,13%	
4,009	3,418	0,0534	46,762	0	0,00525	0,04314	131,418	0,693	0,136	250,52579
1,60%	1,36%	0,02%	18,67%	0,00%	0,002%	0,02%	52,46%	0,28%	0,05%	
70899,56	14531,83	3234,48	60667,74	0	401,31	571,71	98177,85	5691,06	1129,00	376809,21
18,82%	3,86%	0,86%	16,10%	0,00%	0,11%	0,15%	26,06%	1,51%	0,30%	
9007,98	9091,64	59,896	0	5490,8	27,135	125,90615	0	0	0	167472,8072
5,38%	5,43%	0,04%	0,00%	3,28%	0,02%	0,08%	0,00%	0,00%	0,00%	
14,529	12,286	0,14974	0	100,708	0,01675	0,016039	0	0	0	210,171529
6,91%	5,85%	0,07%	0,00%	47,92%	0,0080%	0,0076%	0,00%	0,00%	0,00%	
256900,42	52221,10	9788,07	0	192973,34	859,47	1309,74	0	0	0	683621,37
37,58%	7,64%	1,43%	0,00%	28,23%	0,13%	0,19%	0,00%	0,00%	0,00%	

Výsledky spotřeby energie u domu z materiálů na bázi dřeva korespondují s výsledky uvedené ve studii Takano et al. 2015, která byla zaměřena na hodnocení výstavby dřevostavby metodou LCA. V tomto vypočteném modelu však v porovnání s modelem realizovaném Takano et al. 2015 není hodnocena fáze dopravy výrobků od výrobce na místo výstavby a fáze procesu samotné výstavby na místě. Obě tyto budou hodnoceny v rámci pokračování celého projektu, stejně tak i vliv obou staveb na životní prostředí (potenciály acidifikace, eutrofizace, globálního oteplování, tvorby fotooxidantů, poškození ozonové vrstvy a čerpání zdrojů). Z hlediska hodnocení vlivu na životní prostředí pomocí zmíněných kategorií dopadu pouze krátce naváží na tabulku č. 9 a to srovnávacím grafem č. 4 pro obě hodnocené varianty, kde jsou vidět nižší environmentální dopady dřevostavby, což koresponduje s výsledkem studie provedenou Monteiro, Freire 2012, kde má rovněž konstrukce na bázi dřeva nejnižší dopady.

Graf 4 - Porovnání EPD pro obě hodnocené varianty rodinného domu (MT KONZULT, Boustead Model 6.0)



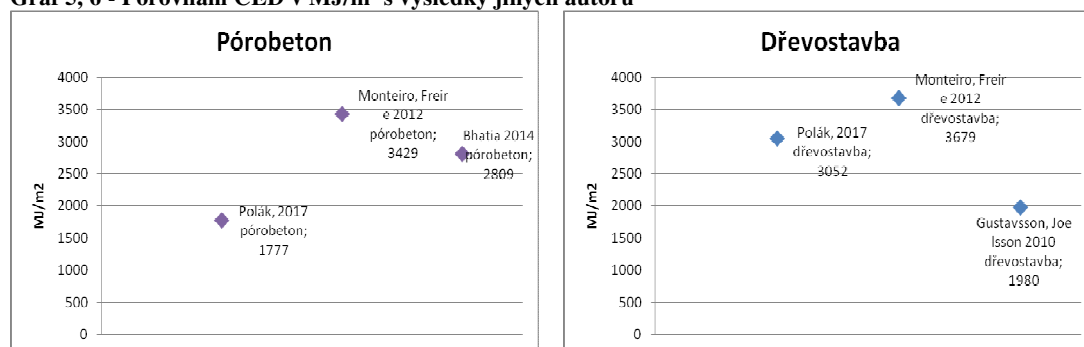
V rámci studie provedenou Maoduš at al. 2016, kde byly porovnávány tři typy konstrukce obvodových stěn – lehký dřevěný skelet s vloženou izolací, opláštěný OSB deskami, stěna z pórobetonu a stěna z plných pálených cihel, vzešel jako pomyslný vítěz z hlediska environmentálních dopadů pórobeton, což je přičítáno použití k přírodě méně šetrným materiálům jako OSB desky, kamenná vlna v případě stavby s lehkým dřevěným skeletem a což koresponduje i s výsledkem této CED analýzy, ale ne už výše zmíněných potenciálů acidifikace, eutrofizace, globálního oteplování atd. Gustavsson, Joelsson 2010 uvádí, že primární použitá energie je nižší pro dřevostavby než pro budovy s betonovým skeletem.

Při srovnání výhod a nevýhod dvou konstrukčních systémů mého případu spočívají výhody dřevostavby v rychlosti výstavby, minimu mokrých stavebních procesů a to hlavně díky vysoké míře prefabrikace, dále architektonické variabilitě, dobré odolnosti vůči seismickým vlivům a poměrně dobré manipulaci s hotovými panely v místě stavby a nevýhody hlavně v minimální schopnosti tepelné akumulace, náročnému provedení vzduchotěsnosti a malé toleranci vůči nepřesnostem předcházejících či navazujících konstrukcí. V případě pórobetonu jsou výhodami jeho nízká tepelná vodivost, blízká rostlému dřevu a poměrně dobré zvukově-izolační vlastnosti a hlavní nevýhodou je možnost vysoké vlhkosti bloků z výrobního procesu, která může v závislosti na relativní vlhkosti interiéru mizet velmi pozvolna. Navíc voda nacházející se v pórech snižuje tepelně-izolační schopnosti tohoto materiálu (Maoduš et al. 2016). Samozřejmě v případě domu na bázi dřeva se jedná o obnovitelné materiály umožňující další použití po teoretickém odstranění stavby, ale jaká je realita dalšího osudu tohoto druhu stavebního odpadu, je otázka.

V tabulce č. 9 a grafu č. 5 a 6 jsou uvedeny výsledky CED v MJ na m² této a jiných studií. Hodnoty jsou rozptýlené, což přisuzuji rozdílným rozsahům jednotlivých analýz. Monteiro, Freire 2012 hodnotili včetně výplní otvorů, střešní krytiny a EPS v případě varianty s pórobetonem a XPS v případě dřevostavby, což jistě stanovenou spotřebovanou energii při výrobě materiálů a surovin navýšilo. V případě analýzy prováděné Gustavsson, Joelsson 2010 se jedná o vícepodlažní bytový objekt, kde je vynaložená energie na základy, obvodové stěny a střechu rozložena do velké podlahové plochy. Bhatia 2014 pak hodnotila budovu i s fází užívání.

Tabulka 9 - Porovnání CED v MJ/m² s výsledky jiných autorů

studie	varianta	MJ/m ²
Polák, 2017	pórobeton	1777
Polák, 2017	dřevostavba	3052
Monteiro, Freire 2012	pórobeton	3429
Monteiro, Freire 2012	dřevostavba	3679
Bhatia 2014	pórobeton	2809
Gustavsson, Joelsson 2010	dřevostavba	1980

Graf 5, 6 - Porovnání CED v MJ/m² s výsledky jiných autorů

Jestliže některé studie (Maoduš et al. 2016; Gustavsson, Joellsson 2010; Monteiro, Freire 2012; Cabeza et al. 2014; Verbeeck, Hens 2010 a další) na základě provedených rešerší říkají, že se stavbou nízkoenergetických a pasivních domů se mění poměr mezi energií vynaloženou na jejich výrobu a energií spotřebovanou během fáze užívání, je třeba hledat odpověď na otázku, je-li to skutečně jejich vysokou schopností dobře tepelně izolovat a všeobecně hospodařit s provozní energií, anebo je to částečně způsobeno i tím, že se při jejich výrobě používají energeticky náročné materiály.

8. Závěr

Provedenou analýzou byla zjištěna, jak vyplývá z výsledků, velká energetická výrobní náročnost OSB desek a izolace z dřevovláknitých desek STEICO. Energie na výrobu těchto materiálů je výrazně vyšší než ta spotřebovaná na výrobu pórobetonu, což nebylo v takové míře očekáváno. V kontextu porovnání výsledků s výsledky jiných autorů se potvrdilo, že je třeba srovnávat shodně provedené analýzy a provedení pouze jejich dílčích částí přináší při interpretaci těchto srovnání komplikace a může vést k nepřesným závěrům.

Stanovené cíle práce byly naplněny. Byla provedena analýza energetické náročnosti výroby dřevostavby a současně i alternativního řešení – domu na bázi neobnovitelných materiálů – z pórobetonových tvárnic Ytong. Došlo také ke vzájemnému porovnání výsledků těchto dvou analýz.

Pro provedení zmíněných CED analýz bylo potřeba inventarizovat obě uvažované materiálové struktury, přičemž tato inventarizace poslouží v dalších fázích projektu, jehož je práce součástí. Tato inventarizace je současně s provedeným hodnocením a návrhem materiálové skladby domu na bázi dřeva hlavním přínosem autora. S ohledem na časovou náročnost inventarizačních fází je pro budoucí pokračování hodnocení domů v obou uvažovaných variantách tento čas ušetřen.

Provedené analýzy jsou v poli posuzování budov z hlediska životního prostředí další cennou informací, kterou lze nadále používat jako součást navazujících analýz a prací. Bude rozhodně zajímavé sledovat, jak se pomyslný náskok domu na bázi neobnovitelných materiálů v podobě menší energetické náročnosti při výrobě změní v momentě zařazení fáze výstavby, fáze užívání, případně ukončení životního cyklu.

Přehled literatury a použitých zdrojů

- **Bashagil J., Flager F., Lepech M., Fischer M., 2013:** Application of life-cycle assessment to early stage building design for reduced embodied environmental impacts. *Building and Environment* 60: 81-92.
- **Bílek V., 2009:** Perspektivy dřevěného stavění. *Časopis Stavebnictví* 02/2009. Online: http://www.casopisstavebnictvi.cz/perspektivy-dreveneho-staveni_N2045, cit 18.12.2016.
- **Bhatia M., 2014:** Life Cycle Assessment as a tool for Material Selection - A comparison of Autoclaved Aerated Concrete and VSBK Brick Wall Assembly. 30th International Plea Conference, CEPT University, Ahmedabad.
- **Bribián I. Z., Usón A. A., Scarpellini S., 2009:** Life cycle assessment in buildings: State-of-the-art and simplified LCA methodology as a complement for building certification. *Building and Environment* 44: 2510-2520.
- **Buyle M., Braet J., Audenaert A., 2013:** Life cycle assessment in the construction sector: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 26: 379-388.
- **Cabeza L. F., Rincón L., Vilarino V., Pérez G., Castell A., 2014:** Life cycle assessment (LCA) and life cycle energy analysis (LCEA) of buildings and the building sector: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 29: 394-416.
- **ČSN EN ISO 14040.** Environmentální management - posuzování životního cyklu - zásady a osnova. Praha: Český normalizační institut, 2006.
- **ČSN EN ISO 14044.** Environmentální management - posuzování životního cyklu - požadavky a směrnice. Praha: Český normalizační institut, 2006.
- **ČSN EN 15978.** Udržitelnost staveb – Posuzování environmentálních vlastností budov – Výpočtová metoda. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2012.
- **ČSN EN 15804+A1.** Udržitelnost staveb – Environmentální prohlášení o produktu – Základní pravidla pro produktovou kategorii stavebních produktů. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2014.

- **EeB Guide Project 2012:** Operational Guidance for Life Cycle Assessment Studies of the Energy Efficient Buildings Initiative. Online: <http://www.eebguide.eu/>, cit 18.1.2017.
- **EN JRC, 2010:** International Reference Life Cycle Data System (ILCD) Handbook – General guide for Life Cycle Assessment – Provisions and action steps. - Publications Office of the European Union, 153 s.
- **Erlandsson M., Borg M., 2003:** Generic LCA - methodology applicable for buildings, constructions and operation services - today practice and development Leeds. Building and Environment 38: 919-938.
- **Forsberg A., Malmberg F., 2004:** Tools for environmental assessment of the built environment. Building and Environment 39: 223-228.
- **Frischknecht R., Wyss F., Büsser Knöpfel S., Lützkendorf T., Balouktsi M., 2015:** Cumulative energy demand in LCA: the energy harvested approach. The International Journal of Life Cycle Assessment 20: 957-969.
- **Hájek P., 2007:** Udržitelná výstavba budov a její uplatňování ve střední Evropě. Časopis Stavebnictví 11-12/2007. Online: http://www.casopisstavebnictvi.cz/udrzitelna-vystavba-budov-a-jeji-uplatnovani-ve-stredni-evrope_A465_I11-12_07, cit 20.12.2016.
- **Hanus R., Koubský J., Krčma M., 2004:** Inovace výroků a jejich systémů: Přehled metodiky analýzy inovačního potenciálu výrobků a služeb s diskusními otázkami. – Centrum inovací a rozvoje, Praha: 25 s.
- **Hollberg A., Ruth J., 2016:** LCA in architectural design – a parametric approach. International Journal of Life Cycle Assessment 21: 943-960.
- **Kabele, K., 2011:** Nová Evropská směrnice o energetické náročnosti budov. Časopis Stavebnictví 03/2011. Online: http://www.casopisstavebnictvi.cz/nova-evropska-smernice-o-energeticke-narocnosti-budov_N4235, cit 18.1.2017
- **Kočí V., 2013:** Environmentální dopady: Posuzování životního cyklu. – VŠCHT Praha, Praha, 131 s.
- **Kuda, F., 2010:** Životní cyklus stavby. Ostrava: VŠB Technická univerzita Ostrava. Online:

http://fast10.vsb.cz/kuda/Ekonomika/P%20f8edn%20e1%209aky%202010/01_%208ei%20votn%20ed%20cyklus%20stavby.pdf, cit12.1.2017.

- **Lee K., Tae S., Shin S., 2009:** Development of a Life Cycle Assessment Program for building (SUSB-LCA) in South Korea. *Renewable and Sustainable Reviews* 13: 1994-2002.
- **Malmqvist T., Glaumann M., Scarpellini S., Zabalza I., Aranda A., Llera E., Díaz S., 2011:** Life cycle assessment in buildings: The ENSLIC simplified method and guidelines. *Energy* 36: 1900-1907.
- **Maoduš N., Agarski B., Mišulić T. K., Budak I., Radeka M., 2016:** Life cycle and energy performance assessment of three wall types in south-eastern Europe region. *Energy and Building* 133: 605-614.
- **Morávek, P., Tywoniak, J., 2009:** Environmentální a energetické hodnocení dřevostaveb v pasivním standardu. Praha: Atrea. Online: <http://stavba.tzb-info.cz/nizkoenergeticke-stavby/5752-environmentalni-a-energeticke-hodnoceni-drevostaveb-v-pasivnim-standardu>, cit15.2.2017.
- **Ortiz O., Castells F., Sonnenmann G., 2009:** Sustainability in the construction industry: a review of recent developments based on LCA. *Construction and Building Materials* 23: 28-39.
- **Peuportier B. L. P., 2001:** Life cycle assessment applied to the comparative evaluation of single family houses in the French context. *Energy and Buildings* 33: 443-450.
- **Reisner J., 2005:** Možnosti použití metody LCA (hodnocení životního cyklu) při hodnocení recyklace stavebních materiálů. Brno: VUT Brno. Online: http://www.ar-sm.cz/dok/sbor_rec_2005/050_Reisner.pdf, cit 20.1.2017.
- **Rex E. L. C., Baumann H., 2007:** Individual adaptation of industry LCA practice: Results from two case studies in the Swedish forest products industry. *The International Journal of Life Cycle Assessment* 12: 266-271.
- **Takano A., Hafner A., Linkosalmi L., Ott S., Hughes M., Winter S., 2015:** Life cycle assessment of wood construction according to the normative standards. *European Journal of Wood and Wood Products* 73: 299–312.
- **Verbeek G., Hens H., 2010:** Life cycle inventory of buildings: A calculation method. *Building and Environment* 45: 1037-1041.

- **Verbeeck G., Hens H., 2010:** Life cycle inventory of buildings: A contribution analysis. *Building and Environment* 45: 964-967.
- **Vilches A., Garcia-Martínez A., Sanchez-Montanes B., 2017:** Life cycle assessment (LCA) of building refurbishment: A literature review. *Energy and Buildings* 135: 286-301.
- Směrnice Evropského parlamentu a Rady **2002/91/ES** ze dne 16. prosince 2002 o energetické náročnosti budov
- Směrnice Evropského parlamentu a Rady **2010/31/EU** ze dne 19. května 2010 o energetické náročnosti budov (přepracování)
- **Soust-Verdaguer B., Llatas C., García-Martínez A., 2016:** Simplification in life cycle assessment of single-family houses: A review of recent developments. *Building and Environment* 103: 215-227.
- **Števo S., 2012:** Life cycle assessment budov. Tzb Info. Online: <http://www.tzb-info.cz/epc-energy-performance-contracting/8227-life-cycle-assessment-budov>, cit 15.2.2017.

Seznam obrázků

OBRÁZEK 1 – FÁZE A MODULY POSUZOVÁNÍ ŽIVOTNÍHO CYKLU BUDOVY DLE EN 15978.....	21
OBRÁZEK 2 – ZÁKLADNÍ FÁZE ŽIVOTNÍHO CYKLU OBJEKTU (KUDA 2010).....	27
OBRÁZEK 3 – FÁZE ŽIVOTNÍHO CYKLU OBJEKTU (KUDA 2010)	27
OBRÁZEK 4 – ŘEZ OBVODOVOU STĚNOU A STROPNÍ KONSTRUKCÍ 1.NP (AUTOR)	34
OBRÁZEK 5 – ŘEZ STŘECHOU A STROPNÍ KONSTRUKCÍ 2.NP (AUTOR).....	34
OBRÁZEK 6 – ŘEZ PŘÍČKOU A PODLAHOU V 1.NP (AUTOR)	35
OBRÁZEK 7 – ŘEZ OBVODOVOU STĚNOU A STROPNÍ KONSTRUKCÍ 1.NP DOMU (AUTOR PRÁCE).....	37
OBRÁZEK 8 – ŘEZ PŘÍČKOU V OBOU PODLAŽÍCH (AUTOR PRÁCE).....	38

Seznam tabulek

TABULKA 1 - MOŽNÍ UŽIVATELÉ LCA A JEJICH DŮVODY (BRIBIÁN ET AL. 2009)	20
TABULKA 2 - SW NÁSTROJE PRO LCA (BRIBIÁN ET AL. 2009).....	30
TABULKA 3 - SOUČASNÉ STAVEBNÍ LCA NÁSTROJE (HOLLBERG, RUTH 2016)	31
TABULKA 4 - POROVNÁNÍ HODNOT SOUČiniteLE PROSTUPU TEPLA PRO ZÁKLADNÍ NOSNOU KONSTRUKCI A KOMPLETNÍ SKLADBU - VARIANTA DŘEVOSTAVBA (HTTP://HTTP://STAVBA.TZB-INFO.CZ/TABULKY-A-VYPOCTY/140-PROSTUP- TEPLA-VICEVRSTVOU-KONSTRUKCI-A-PRUBEH-TEPLOT-V-KONSTRUKCI)	36
TABULKA 5 - POROVNÁNÍ HODNOT SOUČiniteLE PROSTUPU TEPLA PRO ZÁKLADNÍ NOSNOU KONSTRUKCI A KOMPLETNÍ SKLADBU - VARIANTA YTONG (HTTP://HTTP://STAVBA.TZB-INFO.CZ/TABULKY-A-VYPOCTY/140-PROSTUP-TEPLA- VICEVRSTVOU-KONSTRUKCI-A-PRUBEH-TEPLOT-V-KONSTRUKCI).....	38
TABULKA 6 - SOUHRNNÉ VÝSLEDKY CED ANALÝZY – SPOTŘEBOVANÁ ENERGIE V MJ PRO OBĚ VARIANTY MATERIÁLOVÝCH STRUKTUR (AUTOR Z DAT OD MT KONZULT - BOUSTEAD MODEL 6.0)	39
TABULKA 7 - POROVNÁNÍ EPD PRO OBĚ HODNOCENÉ VARIANTY RODINNÉHO DOMU (MT KONZULT, BOUSTEAD MODEL 6.0).....	43
TABULKA 8 - POROVNÁNÍ PODÍLŮ JEDNOTLIVÝCH MATERIÁLŮ NA CELKOVÉ HMOTNOSTI, OBJEMU A ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI (AUTOR Z TABULKY V PŘÍLOZE Č. 2 A 3 A TABULKY Č. 6)	44
TABULKA 9 - POROVNÁNÍ CED V MJ/M ² S VÝSLEDKY JINÝCH AUTORŮ	46

Seznam grafů

GRAF 1 - PODÍL JEDNOTLIVÝCH MATERIÁLŮ (V %) NA CELKOVÉ SPOTŘEBOVANÉ ENERGII PRO VÝROBU DOMU NA BÁZI DŘEVA (AUTOR Z TABULKY Č. 6).....	40
GRAF 2 – PODÍL JEDNOTLIVÝCH MATERIÁLŮ (V %) NA CELKOVÉ SPOTŘEBOVANÉ ENERGII PRO VÝROBU DOMU NA BÁZI NEOBNOVITELNÝCH MATERIÁLŮ (AUTOR Z TABULKY Č. 6).....	40
GRAF 3 - POROVNÁNÍ SPOTŘEBY ENERGIE (V MJ) PRO STRUKTURU POUŽITÝCH MATERIÁLŮ PRO DŮM NA BÁZI NEOBNOVITELNÝCH MATERIÁLŮ A NA BÁZI DŘEVA (AUTOR Z TABULKY Č. 6)	42
GRAF 4 - POROVNÁNÍ EPD PRO OBĚ HODNOCENÉ VARIANTY RODINNÉHO DOMU (MT KONZULT, BOUSTEAD MODEL 6.0).....	45
GRAF 5, 6 - POROVNÁNÍ CED V MJ/M ² S VÝSLEDKY JINÝCH AUTORŮ.....	47

Přílohy

Příloha č. 1 – Přehledové schéma hodnocených konstrukcí (autor)

Příloha č. 2 - Vyčíslené množství jednotlivých materiálů pro dům na bázi dřeva
(výpočty autora)

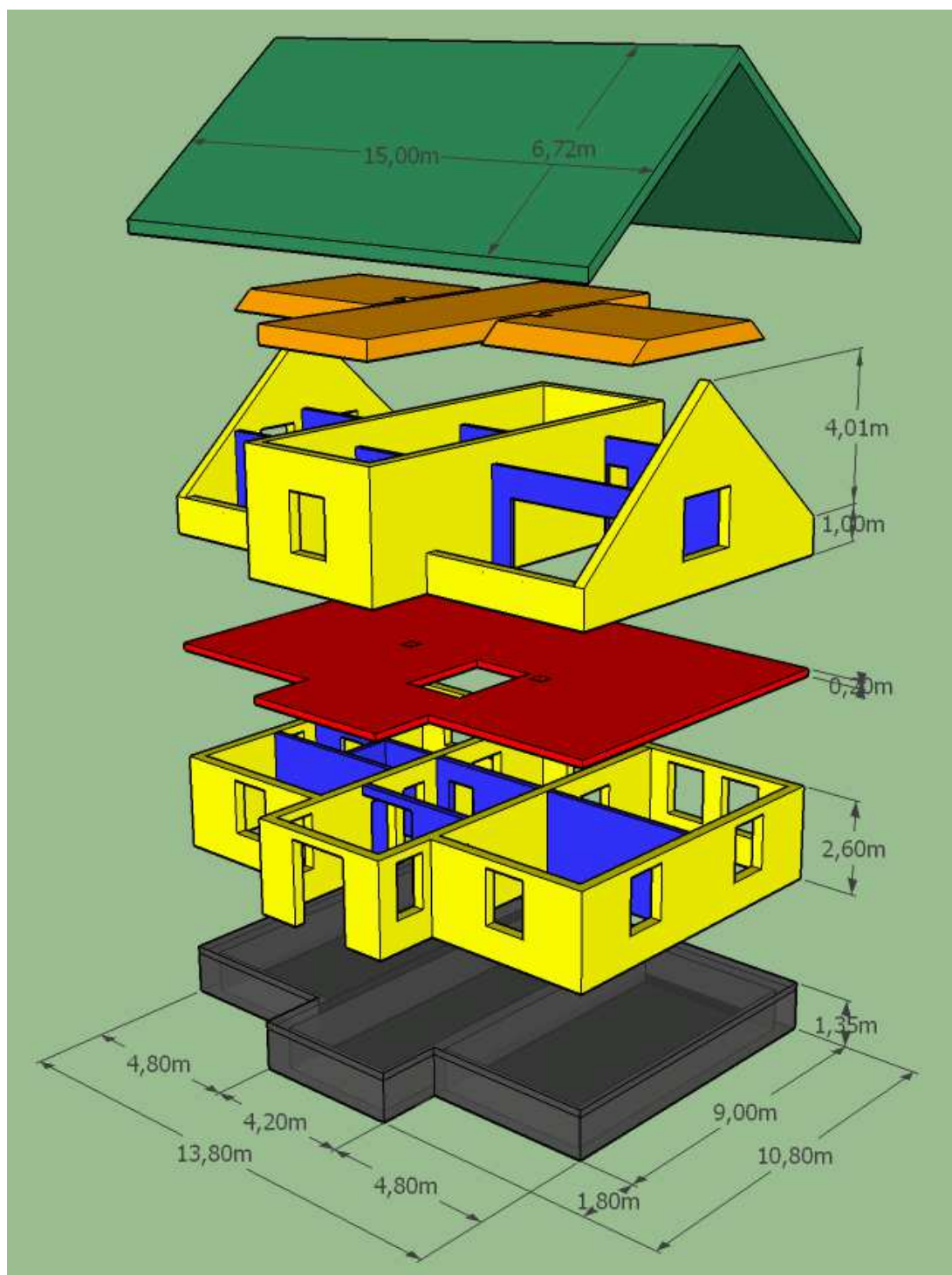
Příloha č. 3 - Vyčíslené množství jednotlivých materiálů pro dům z pórobetonu
(výpočty autora)

Příloha č. 4 – Podrobné výsledky CED analýzy - spotřebovaná energie v MJ pro obě
varianty materiálových struktur (autor z dat od MT Konzult - Boustead Model 6.0)

Příloha č. 5 - Výkresová dokumentace varianty domu z pórobetonových tvárnic
Ytong (výkresová dokumentace poskytnutá konzultantem) a Výkresy alternativních
konstrukcí na bázi dřeva (autor)

Příloha č. 6 - Technické listy konkrétně uvažovaných produktů

Příloha č. 1 – Přehledové schéma hodnocených konstrukcí (autor)



Příloha č. 2 - Vyčíslené množství jednotlivých materiálů pro dům na bázi dřeva (výpočty autora)

Konstrukce	Materiál	Bližší specifikace	kg/m ³	m ²	m ³	kg
základy	šterk	frakce 0/4 mm	2000	-	5,33	10660
	písek		2150	-	5,33	11459,5
	beton	ztracené bednění	2300	140,63	17,12	39375
	beton	C20/25	2400	-	16,62	39888
	beton	C16/20	2400	-	10,66	25584
	ocel	síť KARI	7850	117	0,047	368,95
	protiradonová izolace	Pebefol 750/2,0/1000	750	117	0,234	175,5
	hydroizolace - gumoasfalt	Den Braven S-T8	400	117	0,585	234
Celkem základy					55,926	127744,95
Podíl na celkovém objemu a celkové hmotnosti v %					26,6%	76,3%
obvodové a vnitřní nosné stěny	dřevěné KVH hranoly	60 x 140 mm, vsíslé	600	-	5,454	3272,4
	dřevěné KVH hranoly	60 x 140 mm, vodorovné	600	-	4,417	2650,2
	OSB deska	tl. 15 mm	620	309,93	4,649	2882,38
	SDK deska	tl. 12,5 mm	740	381,2	4,765	3526,1
	parozábrana	Isover VARIO	400	381,2	0,07624	30,496
	dřevovláknité desky	STEICO FLEX 140 mm	50	252,036	35,285	1764,25
	lepidlo	PUR - D4, Den Braven FIX FLEX	1620	-	0,01	16,2
	ocel	spojovací prvky	7850	-	0,00815	63,9775
Celkem obvodové a vnitřní nosné stěny					54,66439	14206,0035
Podíl na celkovém objemu a celkové hmotnosti v %					26,0%	8,5%
strop 1.np	dřevěné KVH hranoly	60 x 220 mm	600	-	6,122	3673,2
	dřevěné latě	rošt z latí 40 x 60 mm	600	-	0,628	376,8
	OSB deska	tl. 22 mm	620	103,5	2,277	1411,74
	SDK deska	tl. 12,5 mm	740	100,56	1,257	930,18
	PE folie	Isover VARIO	400	100,56	0,0201	8,04
	dřevovláknité desky	STEICO FLEX 100 mm	50	89,53	8,953	447,65
	dřevovláknité desky	STEICO FLOOR 40 mm	160	103,5	4,14	662,4
	lepidlo	PUR - D4, Den Braven FIX FLEX	1620	-	0,001	1,62
	ocel	spojovací prvky	7850	-	0,00038	2,983
Celkem strop 1.np					23,39848	7514,613
Podíl na celkovém objemu a celkové hmotnosti v %					11,1%	4,5%
vnitřní příčky	dřevěné KVH hranoly	60 x 100 mm, vsíslé	600	-	1,223	733,8
	dřevěné KVH hranoly	60 x 100 mm, vodorovné	600	-	0,634	380,4
	OSB deska	tl. 22 mm	620	239,6	3,594	2228,28
	SDK deska	tl. 15 mm	740	189,73	2,846	2106,04
	dřevovláknité desky	STEICO FLEX 100 mm	50	55,68	5,568	278,4
	lepidlo	PUR - D4, Den Braven FIX FLEX	1620	-	0,0005	0,81
	ocel	spojovací prvky	7850	-	0,000509	3,99565
Celkem vnitřní příčky					13,866009	5731,72565
Podíl na celkovém objemu a celkové hmotnosti v %					6,6%	3,4%
střecha	dřevěné KVH hranoly	šikmé - krokve 60x180 mm	600	-	2,771	1662,6
	dřevěné KVH hranoly	vodorovné - vaznice a pozednice	600	-	2,398	1438,8
	OSB deska	tl. 15 mm	620	142,53	2,138	1325,56
	SDK deska	tl. 12,5 mm	740	182,24	2,278	1685,72
	parozábrana	Isover VARIO	400	182,24	0,0364	14,56
	dřevovláknité desky	STEICO FLEX 180 mm	50	154,79	27,862	1393,1
	lepidlo	PUR - D4, Den Braven FIX FLEX	1620	-	0,005	8,1
	ocel	spojovací prvky	7850	-	0,00662	51,967
Celkem střecha					37,49502	7580,407
Podíl na celkovém objemu a celkové hmotnosti v %					17,8%	4,5%
strop 2.np	dřevěné KVH hranoly	vodorovné hambálky šxv 60x140 mm	600	-	1,642	985,2
	dřevěné latě	rošt z latí 100x40 mm	600	-	0,782	469,2
	dřevěné latě	rošt z latí 60x40 mm	600	-	0,469	281,4
	OSB deska	tl. 22 mm	620	85,05	1,871	1160,02
	SDK deska	tl. 12,5 mm	740	91,2	1,14	843,6
	parozábrana	Isover VARIO	400	85,025	0,017	6,8
	dřevovláknité desky	STEICO FLEX 100 mm	50	142,68	14,268	713,4
	dřevovláknité desky	STEICO FLEX 60 mm	50	77,2	4,632	231,6
	lepidlo	PUR - D4, Den Braven FIX FLEX	1620	-	0,00025	0,405
	ocel	spojovací prvky	7850	-	0,00038	2,983
	Celkem strop 2.np					24,82163
Podíl na celkovém objemu a celkové hmotnosti v %					11,8%	2,8%
Celkový objem a celková hmotnost všech konstrukčních prvků					210,171529	167472,3072

Příloha č. 3 - Vyčíslené množství jednotlivých materiálů pro dům z pórobetonu (výpočty autora)

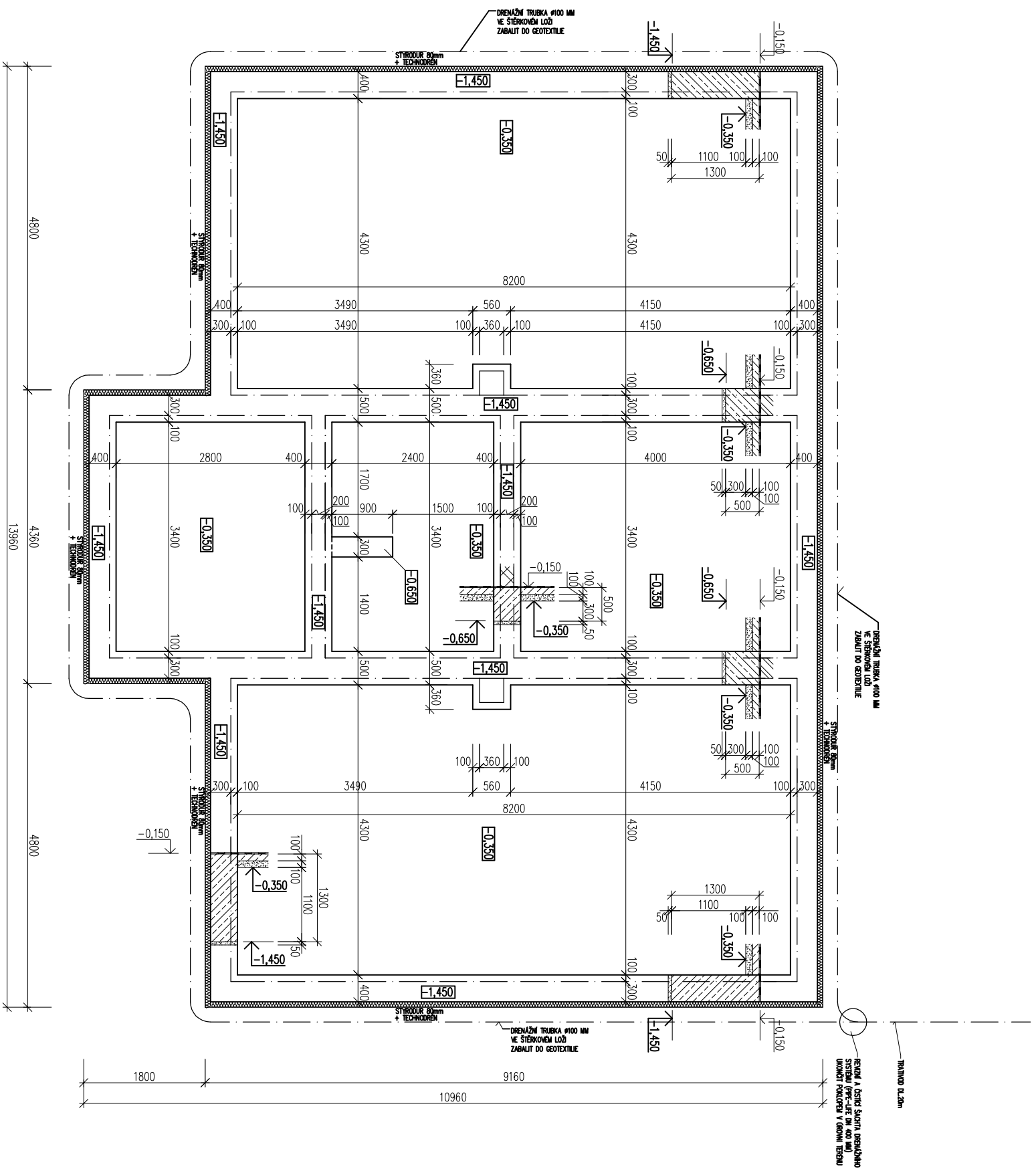
Konstrukce	Materiál	Bližší specifikace	kg/m ³	m ²	m ³	kg
základy	štěrk	frakce 0/4 mm	2000	-	5,33	10660
	písek		2150	-	5,33	11460
	beton	ztracené bednění	2300	140,625	17,12	39375
	beton	C20/25	2400	-	16,62	39888
	beton	C16/20	2400	-	10,66	25584
	ocel	síť KARI 5/100/100	7850	117	0,047	368,95
	protiradonová izolace	Penefol 750/2,0/1000	750	117	0,234	175,5
	hydroizolace - gumoasfalt	Den Braven S-T8	400	117	0,585	234
Celkem základy					55,926	127745,48
Podíl na celkovém objemu a celkové hmotnosti v %					22,3%	63,5%
obvodové a vnitřní nosné stěny	porobeton Ytong P2-400	tvárnice 300x249x599 mm	400	288,907	86,672	34668,8
	porobeton Ytong P2-600	NOP 300x249x1300 mm	600	3,233	0,97	582
	porobeton Ytong P2-600	NOP 300x249x1750 mm	600	6,1	1,83	1098
	porobeton Ytong P2-600	NOP 300x249x2500 mm	600	1,867	0,56	336
	porobeton Ytong P4-500	příčkovky pro věnec I 50x249x599 mm	500	11,186	0,56	280
	porobeton Ytong P4-500	U-profil pro věnec II 300x249x599 mm	500	10,142	1,959	979,5
	zakládací malta	izolační	2000	14,53	0,109	217,351
	zdicí malta	tenkovrstvá	2000	557	0,557	1113,1
ocel	koše do věnců	7850	-	0,034	267,996	
Celkem obvodové a vnitřní nosné stěny					93,251	39542,747
Podíl na celkovém objemu a celkové hmotnosti v %					37,2%	19,7%
strop 1.np	porobeton Ytong P4,4-600	stropní dílec 200x600x4700 mm	600	73,32	14,664	8798,4
	porobeton Ytong P4,4-600	stropní dílec 200x600x4200 mm	600	5,04	1,008	604,8
	porobeton Ytong P4,4-600	stropní dílec 200x600x3800 mm	600	27,36	5,472	3283,2
	porobeton Ytong P4,4-600	stropní dílec 200x600x2800 mm	600	5,04	1,008	604,8
	ocel	výměna kolem komínů	7850	-	0,0009	7,065
Celkem strop 1.np					22,1529	13298,265
Podíl na celkovém objemu a celkové hmotnosti v %					8,8%	6,6%
vnitřní příčky	porobeton Ytong P2-500	příčkovka 100x249x599 mm	500	17,898	1,79	895
	porobeton Ytong P2-500	příčkovka 150x249x599 mm	500	79,348	11,903	5951,5
	porobeton Ytong P2-500	příčkovka 200x249x599 mm	500	13,871	2,774	1387
	porobeton Ytong P4,4-600	NOP 200x249x1300 mm	600	0,324	0,065	39
	porobeton Ytong P4,4-600	NENOP 150x249x1250 mm	600	0,934	0,141	84,6
	porobeton Ytong P4-500	U-profil 200x249x599 mm	500	0,597	0,042	21
	zakládací malta	izolační	2000	3,6	0,027	54
	zdicí malta	tenkovrstvá	2000	136	0,136	272
	ocel	výztuž nad průchodem	7850	-	0,00124	9,704
	ocel	pásky do příček	7850	-	0,0008	6,28
Celkem vnitřní příčky					16,88004	8720,084
Podíl na celkovém objemu a celkové hmotnosti v %					6,7%	4,3%
střecha	dřevěné KVH hranoly	šikmé - krokve 60x180 mm	600	-	2,771	1662,6
	dřevěné KVH hranoly	vodorovné - vaznice a pozednice	600	-	2,398	1438,8
	OSB deska	tl. 15 mm	620	142,53	2,138	1325,56
	SDK deska	tl. 12,5 mm	740	182,24	2,278	1685,72
	parozábrana	Isover VARIO	400	182,24	0,0364	14,56
	kameninová vata	ROCKWOOL TOPROCK 180 mm	40	154,79	27,862	1114,48
	lepidlo	PUR - D4, Den Braven FIX FLEX	1620	-	0,005	8,1
	ocel	spojovací prvky	7850	-	0,00662	51,967
Celkem střecha					37,49502	7301,787
Podíl na celkovém objemu a celkové hmotnosti v %					15,0%	3,6%
strop 2.np	dřevěné KVH hranoly	vodorovné kleštiny šxv 60x140 mm	600	-	1,642	985,2
	dřevěné latě	rošt z latí 100x40 mm	600	-	0,782	469,2
	dřevěné latě	rošt z latí 60x40 mm	600	-	0,469	281,4
	OSB deska	tl. 22 mm	620	85,05	1,871	1160,02
	SDK deska	tl. 12,5 mm	740	91,2	1,14	843,6
	parozábrana	Isover VARIO	400	85,025	0,017	6,8
	kameninová vata	ROCKWOOL TOPROCK 100 mm	40	142,68	14,268	570,72
	kameninová vata	ROCKWOOL TOPROCK 60 mm	40	77,2	4,632	185,28
	lepidlo	PUR - D4, Den Braven FIX FLEX	1620	-	0,00025	0,405
	ocel	spojovací prvky	7850	-	0,00038	2,983
Celkem strop 2.np					24,82163	4505,608
Podíl na celkovém objemu a celkové hmotnosti v %					9,9%	2,2%
Celkový objem a celková hmotnost všech konstrukčních prvků					250,52659	201113,941

Příloha č. 4 – Podrobné výsledky CED analýzy - spotřebovaná energie v MJ pro obě varianty materiálových struktur (autor z dat od MT Konzult - Boustead Model 6.0)

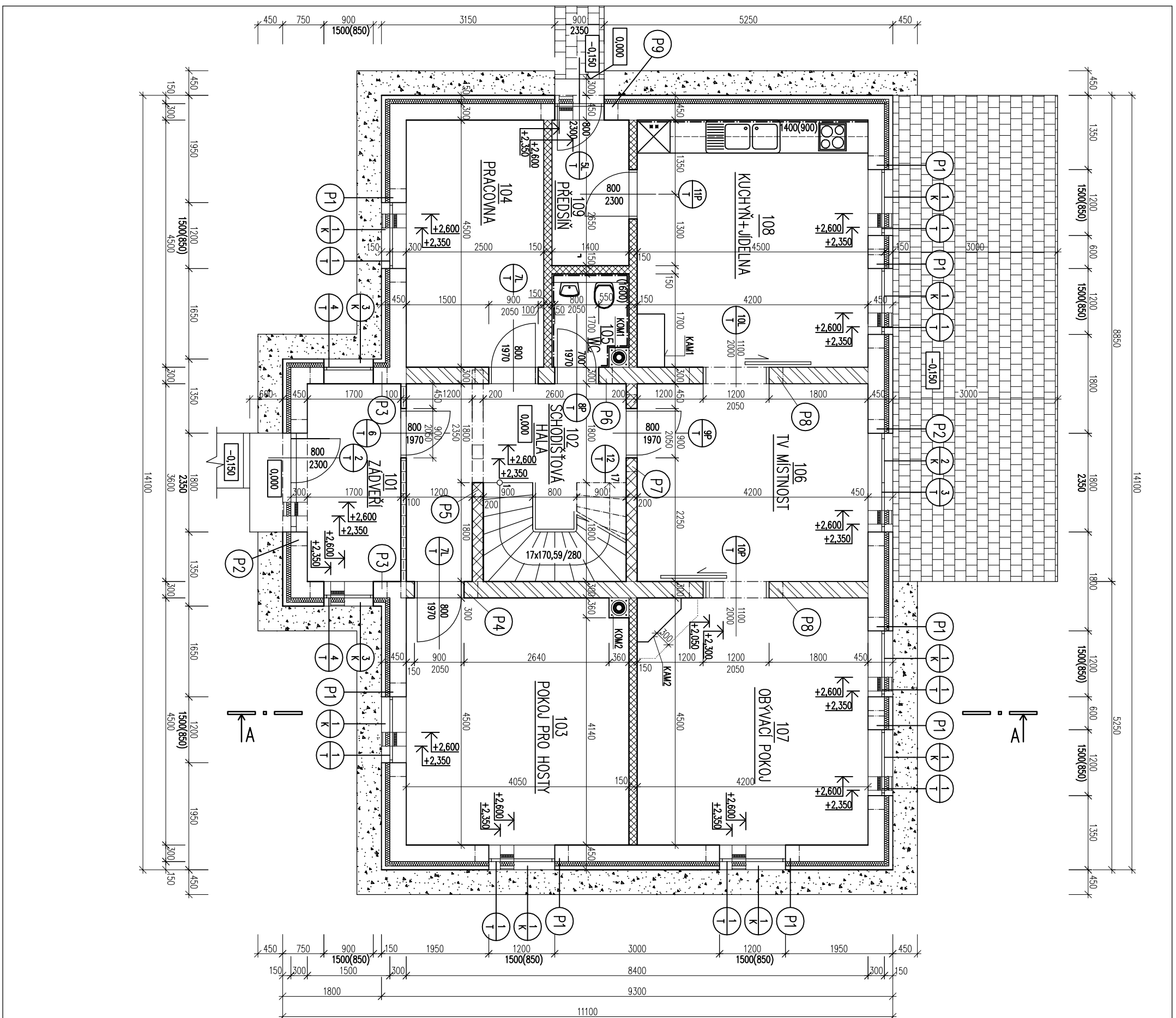
CED	Jednotky	Štěrka	Písek	Kari síť	Beton 25MPa	Beton 20MPa	Protiradonová izolace	Hydroizolace	KVH hranoly	Trámky a řezivo
Dům na bázi porobetonu										
Fosilní	MJ	1555,163	1620,429	990,8968	72499,97	17899,44	1334,829012	1408,986179	1420,267	2477,445
Nukleární	MJ	142,3196	93,50246	154,6439	5183,004	1301,141	26,73889866	28,22439303	145,4854	8,133627
Biomasa neobn.	MJ	0,060867	0,052407	14,38703	2,040445	75,47723	0,045129829	0,047637042	0,711519	0
Biomasa obn.	MJ	28,9929	20,95894	76,56283	1046,145	539,248	69,48933301	73,34985151	8546,334	0
Větrná, solární, geotermální	MJ	8,709488	5,337315	9,453261	292,2665	74,13746	1,534886964	1,620158462	9,044778	0
Vodní	MJ	55,2187	33,41599	50,25262	1673,635	423,1675	12,96312199	13,68329544	55,69648	0
Celkem	MJ	1790,46	1773,70	1296,20	80697,06	20312,62	1445,60	1525,91	10177,54	2485,58
Zastoupení z celku		0,48%	0,47%	0,34%	21,42%	5,39%	0,38%	0,40%	2,70%	0,66%
Dům na bázi dřeva										
Fosilní	MJ	1555,163	1620,429	990,8968	72499,97	17899,44	1334,829008	1408,986175	8299,475	1250,087
Nukleární	MJ	142,3196	93,50246	154,6439	5183,004	1301,141	26,73889853	28,22439289	850,1588	4,104124
Biomasa neobn.	MJ	0,060867	0,052407	14,38703	2,040445	75,47723	0,04512983	0,047637043	4,157833	0
Biomasa obn.	MJ	28,9929	20,95894	76,56283	1046,145	539,248	69,48933301	73,34985151	49941,37	0
Větrná, solární, geotermální	MJ	8,709488	5,337315	9,453261	292,2665	74,13746	1,534886958	1,620158456	52,85408	0
Vodní	MJ	55,2187	33,41599	50,25262	1673,635	423,1675	12,96312194	13,68329538	325,468	0
Celkem	MJ	1790,46	1773,70	1296,20	80697,06	20312,62	1445,60	1525,91	59473,49	1254,19
Zastoupení z celku		0,26%	0,26%	0,19%	11,80%	2,97%	0,21%	0,22%	8,70%	0,18%

OSB deska	Sádrokartonová deska	Parozábrana	Tepelná izolace ROCKWOOL	Tepelná izolace STEICO	Lepidlo (Vinilacetát)	Spojovací prvky ocelové	YTONG	Malta zdící	Malta zakládací	Celkem
17609,13317	11142,2461	2101,714074	52181,88793	0	363,1125697	546,966	80478,19	4891,5754	970,401524	271492,6541
847,2172521	1036,815015	568,7108196	3288,336396	0	25,39123632	21,39404	5389,279	339,77176	67,4046717	18667,51313
0	1,809557157	0,025574564	1,70702546	0	0,005507654	0	8,76979	0,19067655	0,03782683	105,3682128
0,04538438	1947,313182	43,37182153	3816,145807	0	4,700342618	0	9064,742	266,655013	52,8996101	25596,95381
52390,77101	58,82084193	4,94479837	176,9413006	0	1,334264085	0	410,4476	20,1480703	3,99701865	53469,50879
52,3959456	344,8228669	515,7158236	1202,721095	0	6,76417748	3,350461	2826,425	172,717873	34,2641529	7477,210729
70899,56	14531,83	3234,48	60667,74	0	401,31	571,71	98177,85	5691,06	1129,00	376809,21
18,82%	3,86%	0,86%	16,10%	0,00%	0,11%	0,15%	26,06%	1,51%	0,30%	
63805,66392	40040,41064	6360,102656	0	99126,058	777,671076	1253,049	0	0	0	318222,2323
3069,842152	3725,864492	1721,030925	0	6842,7791	54,37991343	49,01179	0	0	0	23246,74531
0	6,502765346	0,077403163	0	10,44503	0,011795635	0	0	0	0	113,3055628
0,164447645	6997,800858	131,2695066	0	84089,727	10,06663176	0	0	0	0	143025,1463
189834,8939	211,3766518	14,96588594	0	436,15042	2,857567259	0	0	0	0	190946,1576
189,8536438	1239,144166	1560,62169	0	2468,1808	14,48670639	7,675601	0	0	0	8067,767142
256900,42	52221,10	9788,07	0	192973,34	859,47	1309,74	0	0	0	683621,35
37,58%	7,64%	1,43%	0,00%	28,23%	0,13%	0,19%	0,00%	0,00%	0,00%	

Příloha č. 5 - Výkresová dokumentace varianty domu z pórobetonových tvárnic Ytong (výkresová dokumentace poskytnutá konzultantem) a Výkresy alternativních konstrukcí na bázi dřeva (autor)



DIPLOMOVÁ PRÁCE – Příloha č. 5		ČZU PRAHA	
ŘEŠITEL DP	Bc. Petr Polák	FAKULTA ŽIVOTNÍHO	
VEDOUČÍ DP	doc. Ing. Martin Böhmm, Ph.D.	PROSTŘEDÍ	
LCA DŘEVOSTAVBY		FORMÁT	A3
ZÁKLADY (obě varianty)		DATUM	ŘÍJEN 2016
		MĚŘÍTKO	Č. VÝKRESU
		1:75	01



LEGENDA MÍSTNOSTI

ČÍSLO MÍSTNOSTI	ÚČEL MÍSTNOSTI	POUČTA m ²	PODLAHA	STĚNY	STŘOP
101	ZÁDVEŘÍ	6,12	BRUSLOVÁ DLAŽBA	SO, MALBA, BS	SO
102	SCHODIŠŤOVÁ HALA	14,4	DŘEVĚNÉ LAMELY	SO, MALBA, DS	SO
103	POKOJ PRO HOSTY	18,3	DŘEVĚNÉ LAMELY	SO, MALBA, DS	SO
104	PRACOVNA	14,2	DŘEVĚNÉ LAMELY	SO, MALBA, DS	SO
105	WC	2,38	KERAMICKÁ DLAŽBA	SO, MALBA, KO	SO
106	TV MÍSTNOST	15,1	DŘEVĚNÉ LAMELY	SO, MALBA, DS	SO
107	OBÝVACÍ POKOJ	18,9	DŘEVĚNÉ LAMELY	SO, MALBA, DS	SO
108	KUCHYŇ + JIDELNA	18,9	BRUSLOVÁ DLAŽBA	SO, MALBA, BS	SO
109	PŘEDSÍŇ	3,72	KERAMICKÁ DLAŽBA	SO, MALBA, KS	SO

VYSVĚTLIVKY:

- KAM1 - PLINOVÝ KOJEL WESSMANN VITODENS
- KAM2 - KERAMICKÁ DLAŽBA 150x150
- KOM1 - KOMÍN SCHIEDEL ABSOLUT DVOUSLOŽKOVÝ S TEP. IZOL. 360/360MM, Ø180MM
- KOM2 - KOMÍN SCHIEDEL ABSOLUT DVOUSLOŽKOVÝ S TEP. IZOL. 360/360MM, Ø180MM
- SO - SÁDKOVÁ OMÍTKA RIGIPS RIMAUT 1000DP
- DS - DŘEVĚNÁ SOUKLOVÁ LÍŠŤA KAHRIS
- BS - SOKL Z BRUSLOVÝCH PÁSKŮ
- KO - KERAMICKÝ OBKLAD

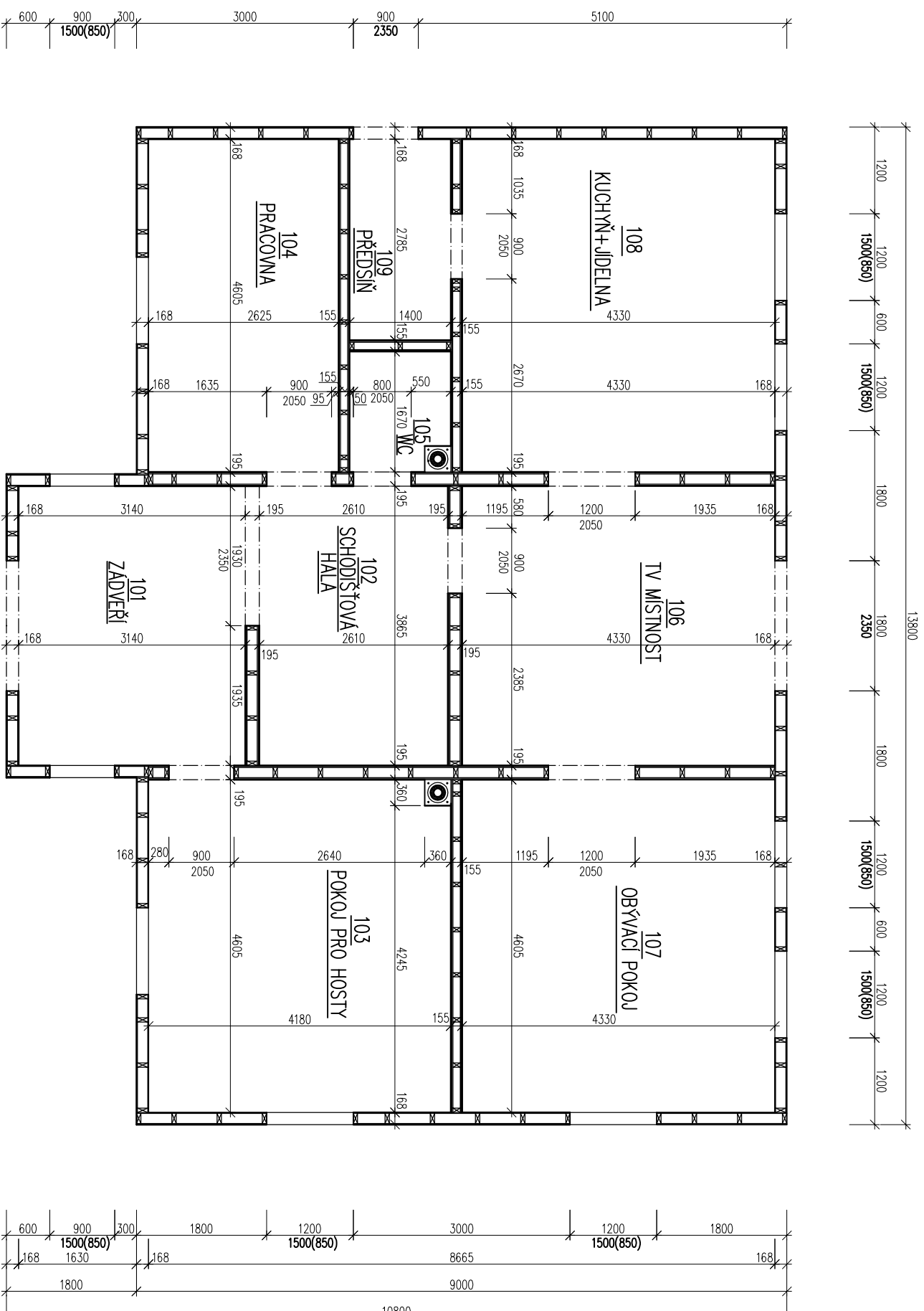
LEGENDA MATERIÁLŮ:

- OBVODOVÁ STĚNA TL 450 mm (NOSNÉ ŽIVO Z TVÁRNIC YTONG P2-350 300/249/599, TĚP. IZOLACE ORSIL UNI 8, VĚTRANÁ VZDUCH. MEZERA TL 50MM, DŘEV. OBKLAD TL 20MM)
- ŽIVO NOSNÉ Z PŘESNÝCH TVÁRNIC YTONG P2-350 300/249/599
- ŽIVO NOSNÉ TL 200 mm Z PŘESNÝCH TVÁRNIC YTONG P2-500 200/249/589
- ŽIVO PŘÍČKOVÉ TL 150 mm Z PŘESNÝCH PŘÍČKOVEK YTONG P2-500 150/249/589
- ŽIVO PŘÍČKOVÉ TL 100 mm ZE SKLENĚNÝCH TVÁRNIC LUXFER 100/200/200
- OKAPOVÝ CHODNÍK Z TĚŽENÉHO KAMENNÉHO FRAKCE 32-125MM, ŠÍŘKY 450MM
- ZÁMKOVÁ DLAŽBA PRESBETON H-PROFL TL 80MM

VÝPIS PŘEKLADŮ:

- P1 - ŽELEZOBETONOVÝ PŘEKLAD 175/250/1700MM, VZTUŽ DLE NÁVRHU STATIKA 8 KS
- P2 - ŽELEZOBETONOVÝ PŘEKLAD 175/250/2300MM, VZTUŽ DLE NÁVRHU STATIKA 2 KS
- P3 - ŽELEZOBETONOVÝ PŘEKLAD 175/250/1100MM, VZTUŽ DLE NÁVRHU STATIKA 2 KS
- P4 - NOSNÝ PŘEKLAD YTONG NÖP II/4/23, ROZMĚRY 300/249/1290MM 1 KS
- P5 - ŽELEZOBETONOVÝ PŘEKLAD 200/250/2300MM, VZTUŽ DLE NÁVRHU STATIKA 1 KS
- P6 - ŽELEZOBETONOVÝ PŘEKLAD 200/250/2300MM, ROZMĚRY 150/124/2500MM 1 KS
- P7 - NOSNÝ PŘEKLAD YTONG NÖP IV/4/1740, ROZMĚRY 300/249/1740MM 1 KS
- P8 - ŽELEZOBETONOVÝ PŘEKLAD 175/250/1400MM, VZTUŽ DLE NÁVRHU STATIKA 2 KS
- P9 - ŽELEZOBETONOVÝ PŘEKLAD 175/250/1400MM, VZTUŽ DLE NÁVRHU STATIKA 1 KS
- NAD OTVORY V PŘÍČKÁCH YTONG OSAZENÝ NENOSNÉ PŘEKLADY YTONG NÖP 15 1 KS

DIPLOMOVÁ PRÁCE – PŘÍLOHA č. 5		ČZU PRAHA	
ŘEŠITEL DP	Bc. Petr Polák	FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ	
VEDOUČÍ DP	doc. Ing. Martin Běhm, Ph.D.	FORMÁT	A3
LCA DŘEVOSTAVBY		DATUM	ŘÍJEN 2016
PŮDORYS 1.NP (Ytong)		MĚŘÍTKO	1:75
		Č. VÝKRESU	01



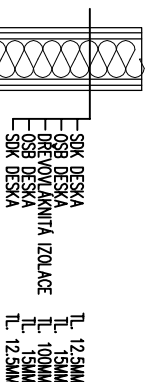
LEGENDA MÍSTNOSTI

Číslo místnosti	Účel místnosti	Plocha m ²
101	ZADVERÍ	8,00
102	SCHODIŠŤOVÁ HALA	10,09
103	POKOJ PRO HOSTY	19,25
104	PRACOVNA	12,09
105	WC	2,34
106	TV MÍSTNOST	16,74
107	OBÝVAČI POKOJ	19,94
108	KUCHYŇ + JIDELNA	19,94
109	PŘEDSÍŇ	3,90

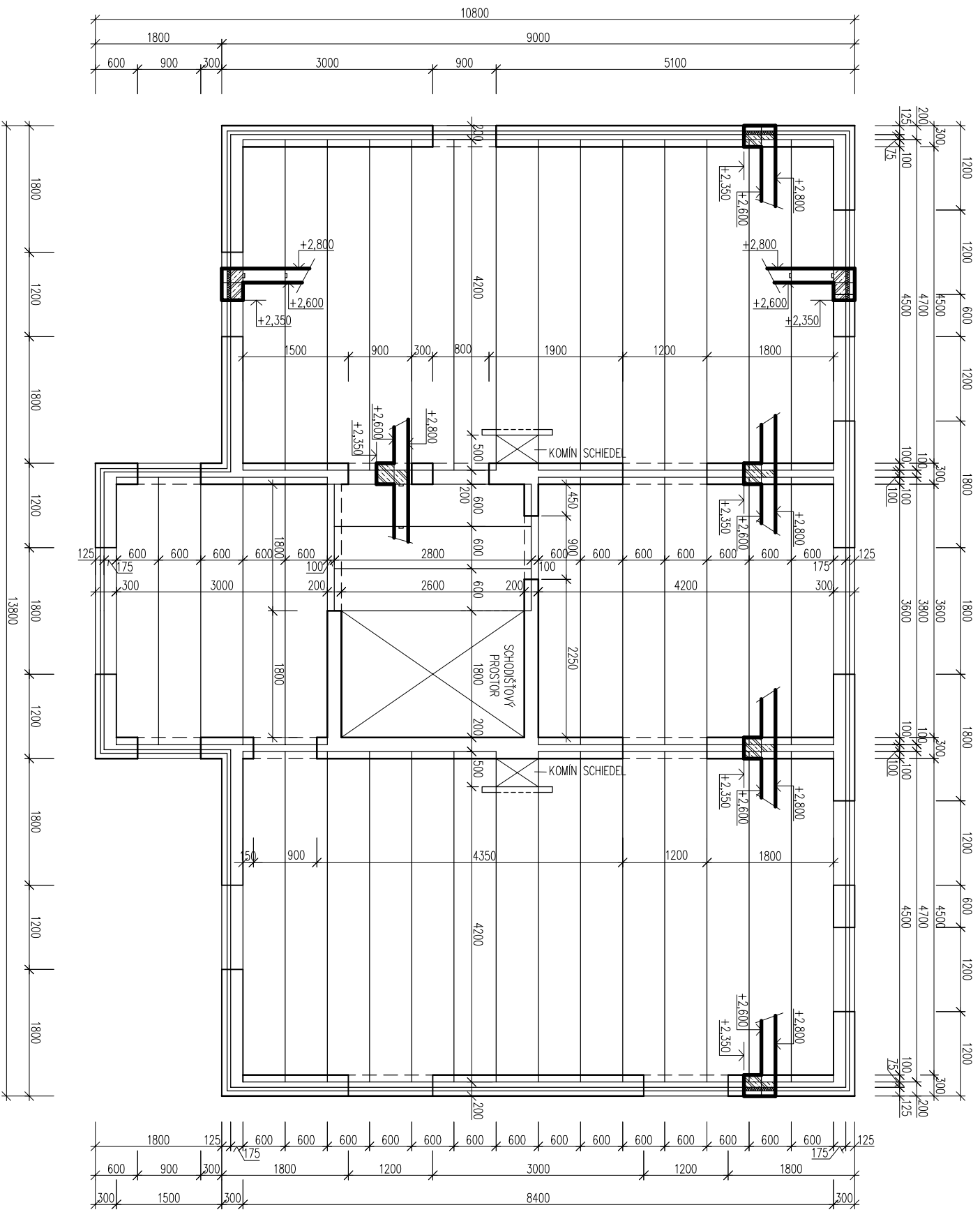
OBÝVADOVÁ STĚNA (CELÁ SKLADBA)



PŘÍČKA



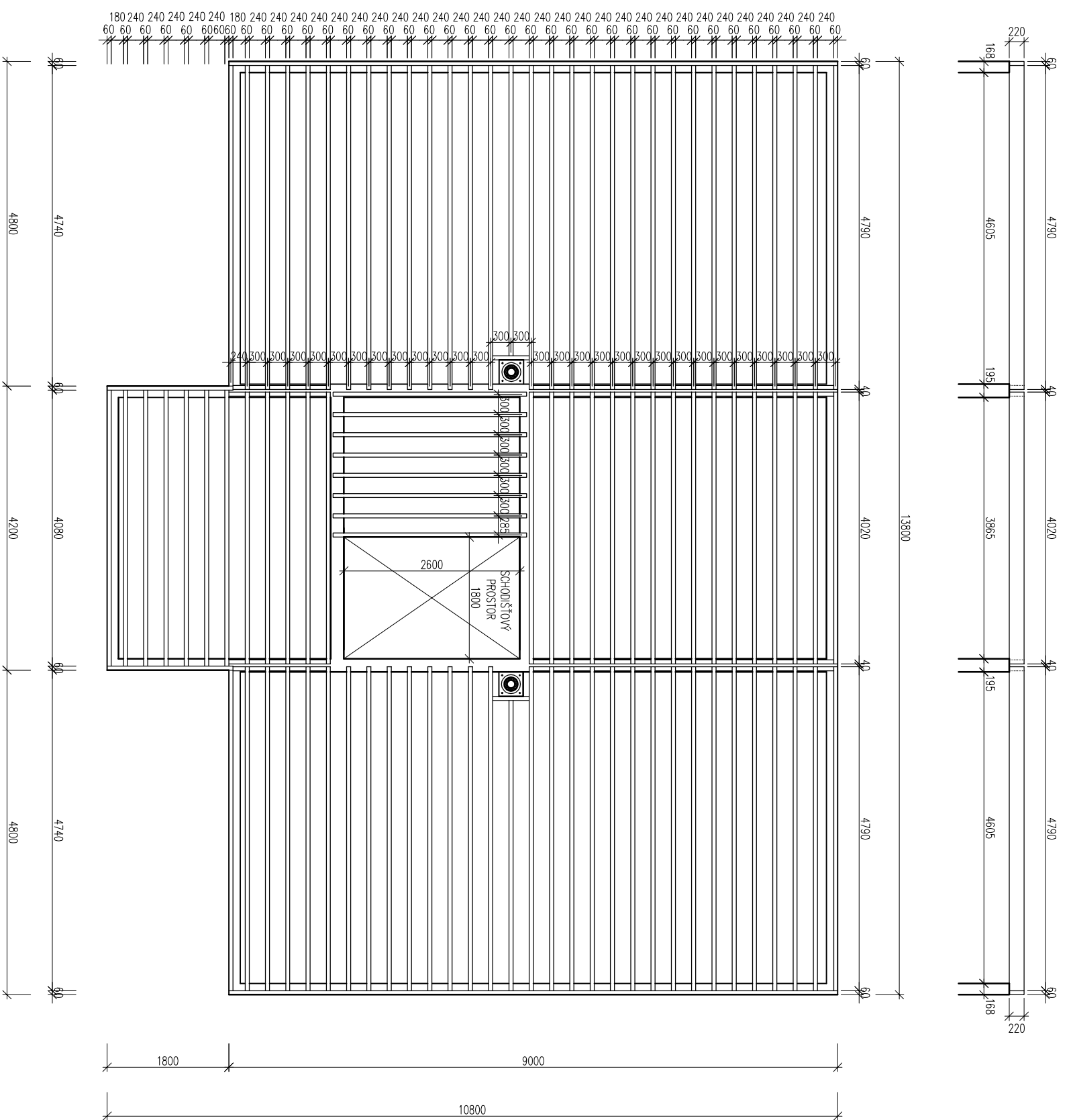
DIPLOMOVÁ PRÁCE – Příloha č. 5		ČZU PRAHA	
ŘEŠITEL DP	Bc. Petr Polák	FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ	
VEDOUČÍ DP	doc. Ing. Martin Běhm, Ph.D.	FORMÁT	A3
LCA DŘEVOSTAVBY		DATUM	ŘÍJEN 2016
PŮDORYS 1.NP (Dřevostavba)		MĚŘÍTKO	1:75
		Č. VÝKRESU	01



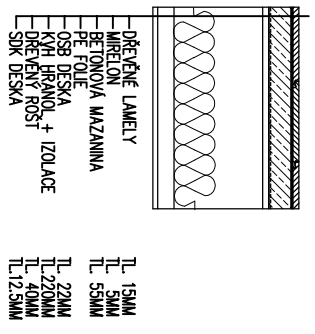
POZNÁMKA:

- PO OBVODU OSAZENÝ VĚNCOVKY YTONG P4-500 TL.75MM A TĚPELNÁ IZOLACE NOBASIL TL.50MM
- PENOSINÍ TRIDA BETONU C25/30
- POZEMNÍ VĚNCE PROVEDENY POKR STROPEM, PO OBVODU OSAZENY VĚNCOVKY YTONG

DIPLOMOVÁ PRÁCE – PŘÍLOHA č. 5		ČZU PRAHA	
ŘEŠITEL DP	Bc. Petr Polák	FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ	
VEDOUČÍ DP	doc. Ing. Martin Běhm, Ph.D.	FORMÁT	A3
LCA DŘEVOSTAVBY		DATUM	ŘÍJEN 2016
STROP 1.NP (Ytong)		MĚŘÍTKO	1:75
		Č. VÝKRESU	01



STŘOP (CELÁ SKLADBA)

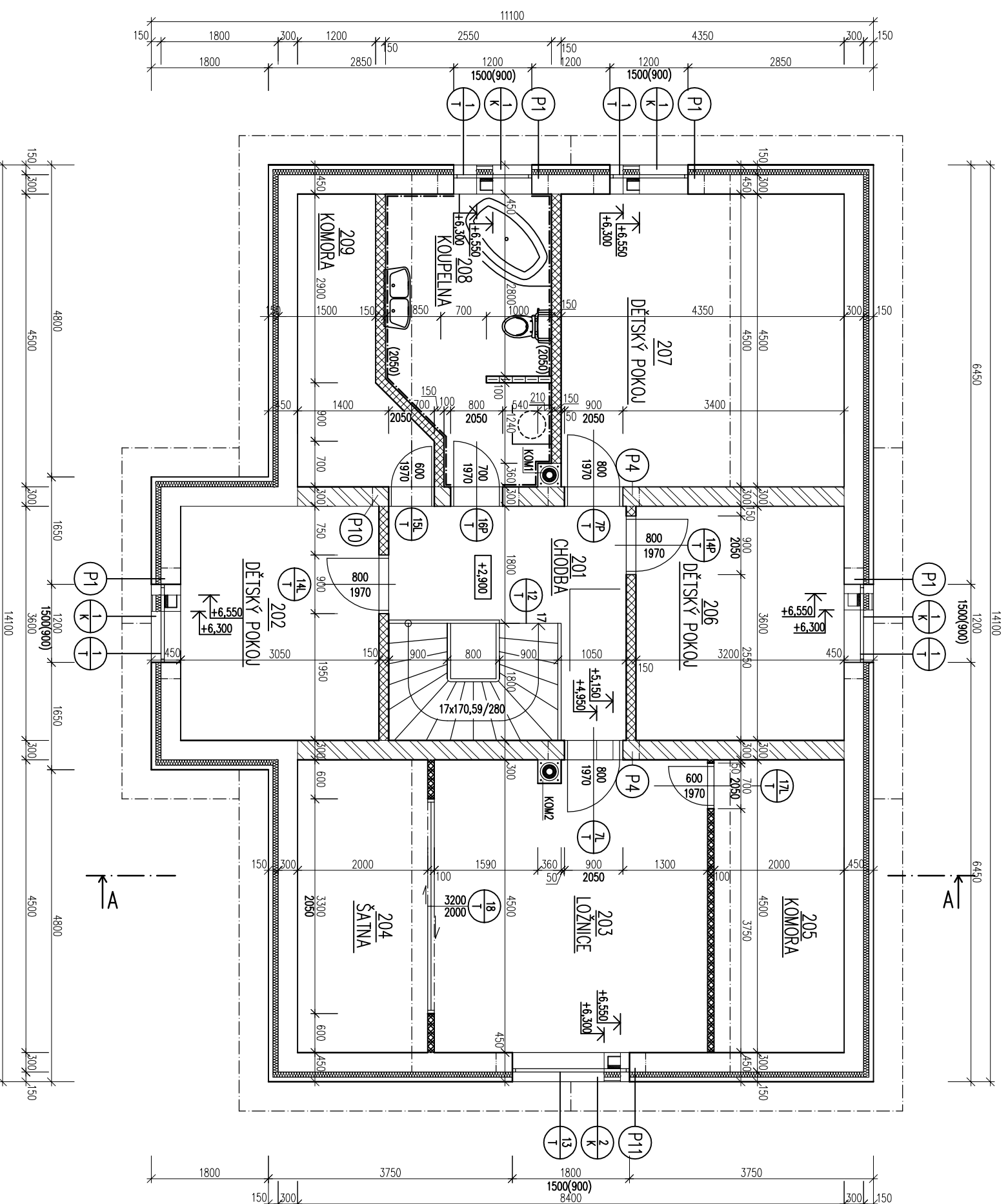


- DŘEVĚNÉ LAMELY TL 15MM
- MARELON TL 5MM
- BETONOVÁ MAZANINA TL 55MM
- PE FOLIE TL 2MM
- OSB DESKA TL 22MM
- OSB DESKA TL 22MM
- NEVĚTVĚNÝ ROŠT TL 5MM
- OSB DESKA TL 12,5MM

DIPLOMOVÁ PRÁCE – Příloha č. 5		ČZU PRAHA	
ŘEŠITEL DP	Bc. Petr Polák	FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ	
VEDOUČÍ DP	doc. Ing. Martin Břhm, Ph.D.	FORMÁT	A3
LCA DŘEVOSTAVBY		DATUM	ŘÍJEN 2016
STŘOP 1.NP (Dřevostavba)		MĚŘÍTKO	1:75
		Č. VÝKRESU	01

LEGENDA MÍSTNOSTI

Číslo místnosti	účel místnosti	Plocha m ²	Podlaha	Stěny	Strop
201	CHODBA	12,96	DRŤLAMELY	SO, MALBA, DS	SÁDROKARTON
202	DĚTSKÝ POKOJ	10,98	DRŤLAMELY	SO, MALBA, DS	SÁDROKARTON
203	LOŽNICE	16,2	DRŤLAMELY	SO, MALBA, DS	SÁDROKARTON
204	ŠATNA	7,8	DRŤLAMELY	SO, MALBA, DS	SÁDROKARTON
205	KOMORA	6,1	DRŤLAMELY	SO, MALBA, DS	SÁDROKARTON
206	DĚTSKÝ POKOJ	11,7	DRŤLAMELY	SO, MALBA, DS	SÁDROKARTON
207	DĚTSKÝ POKOJ	17,8	DRŤLAMELY	SO, MALBA, DS	SÁDROKARTON
208	KOUPELNA	9,7	KERAM, DLAŽBA	SO, KO	SÁDROKARTON
209	KOMORA	6,3	KERAM, DLAŽBA	SO, MALBA, KS	SÁDROKARTON



WSVĚTLIVKY:

KOM1 - KOLÍN SCHIEDEL ABSOLUT DVOUSLOŽKOVÝ S TĚP. IZOL. 360/360MM, Ø180MM
 KOM2 - KOLÍN SCHIEDEL ABSOLUT DVOUSLOŽKOVÝ S TĚP. IZOL. 360/360MM, Ø180MM
 SO - SÁDROVÁ OMÍTKA RIGIPS RHMAT 1000LP
 DS - DŘEVĚNÁ SKLOVNA LISTA KAHRIS
 KO - KERAMICKÝ OKRÁDLO

LEGENDA MATERIÁLŮ:

OBVODOVÁ STĚNA TL. 450 mm (NOSNÉ ZDIVO Z TVÁRNIC YTONG P2-350 300/249/599,
 TĚP. IZOLACE ORSIL UNI 8, VĚTRANÁ VZDUCH. MEZERA TL. 50MM, DŘEVĚNÝ OKRÁDLO TL. 20MM)
 ZDIVO NOSNÉ Z PŘESNÝCH TVÁRNIC YTONG P2-350 2300/249/599
 ZDIVO PŘÍČKOVÉ TL. 150 mm Z PŘESNÝCH PŘÍČKOVEK YTONG P2-500 150/249/599
 ZDIVO PŘÍČKOVÉ TL. 100 mm ZE SKLEBNÝCH TVÁRNIC LUXFER 100/200/200

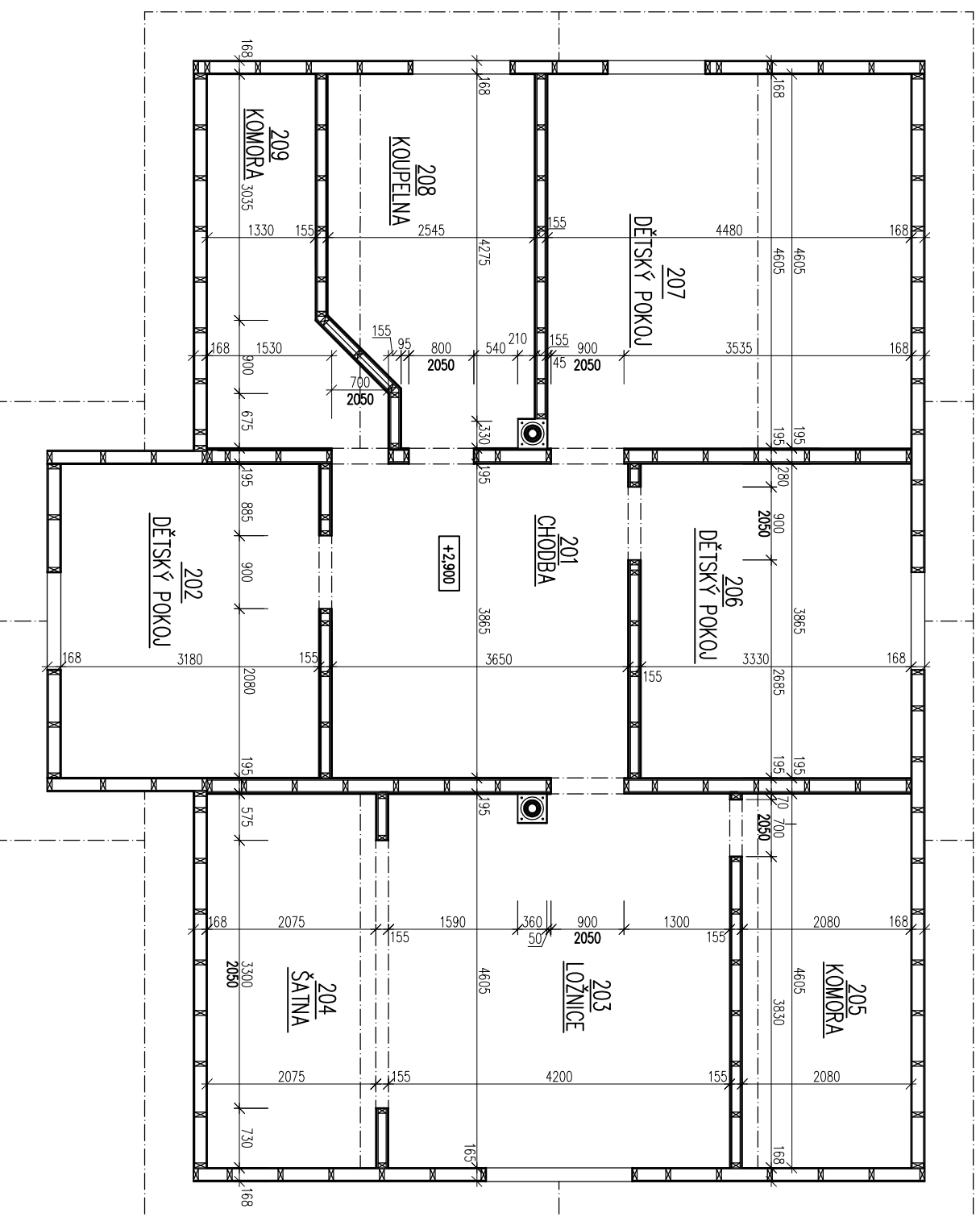
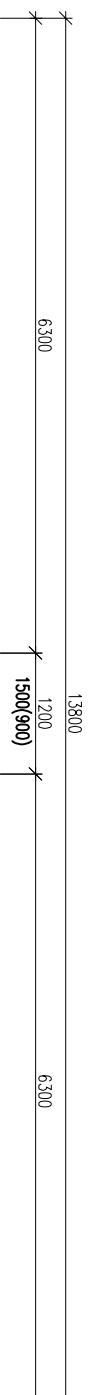
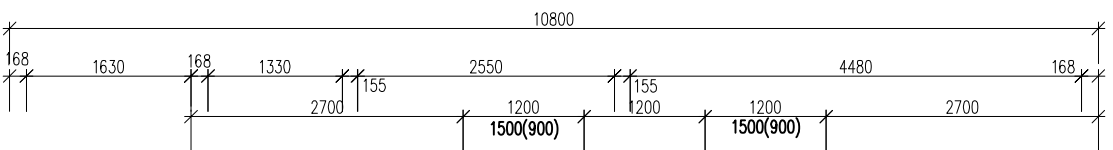
VÝPIS PŘEKLADŮ:

P1 - ŽELEZOBETONOVÝ PŘEKLAD 175/250/1700MM, VZTUŽ DLE NÁVRHU STATIKA
 P4 - NOSNÝ PŘEKLAD YTONG NOP II/4/23, ROZMĚRY 300/249/1290MM
 P10 - NOSNÝ PŘEKLAD YTONG NOP VI/4/17, ROZMĚRY 300/249/2240MM
 P11 - ŽELEZOBETONOVÝ PŘEKLAD 175/250/2300MM, VZTUŽ DLE NÁVRHU STATIKA

POZNÁMKA:

STŘEDNÍ NOSNÉ ZDI V MÍSTĚCH VYSTUPUJÍCÍCH NAD STŘEŠNÍ ROVINU NUTNO ZATEPIT STĚNAMI ZPŮSOBEM
 JAKO U OBVODOVÉ ZDI.

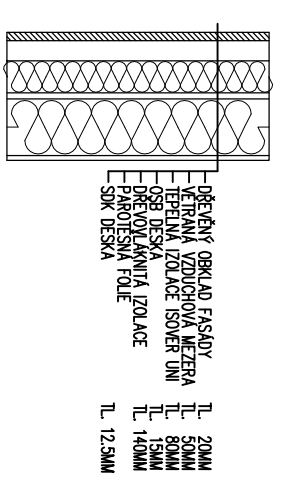
DIPLOMOVÁ PRÁCE – Příloha č. 5		ČZU PRAHA	
ŘEŠITEL DP	Bc. Petr Polák	FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ	
VEDOUČÍ DP	doc. Ing. Martin Bříhm, Ph.D.		
LCA DŘEVOSTAVBY		FORMÁT	A3
PŮDORYS 2.NP (Ytong)		DATUM	ŘÍJEN 2016
		MĚŘÍTKO	Č. VÝKRESU
		1:75	01



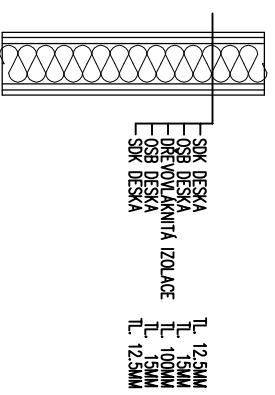
LEGENDA MÍSTNOSTI

ČÍSLO MÍSTNOSTI	ÚČEL MÍSTNOSTI	PLOCHA m ²
201	CHODBA	14,11
202	DĚTSKÝ POKOJ	12,29
203	LOŽNICE	19,34
204	ŠATNA	9,56
205	KOMORA	9,58
206	DĚTSKÝ POKOJ	12,87
207	DĚTSKÝ POKOJ	20,63
208	KOUPELNA	10,05
209	KOMORA	7,8

OBYVOVACÍ STĚNA (BĚLA SKLADBA)

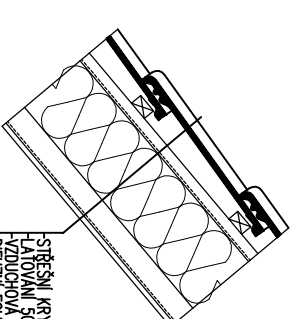
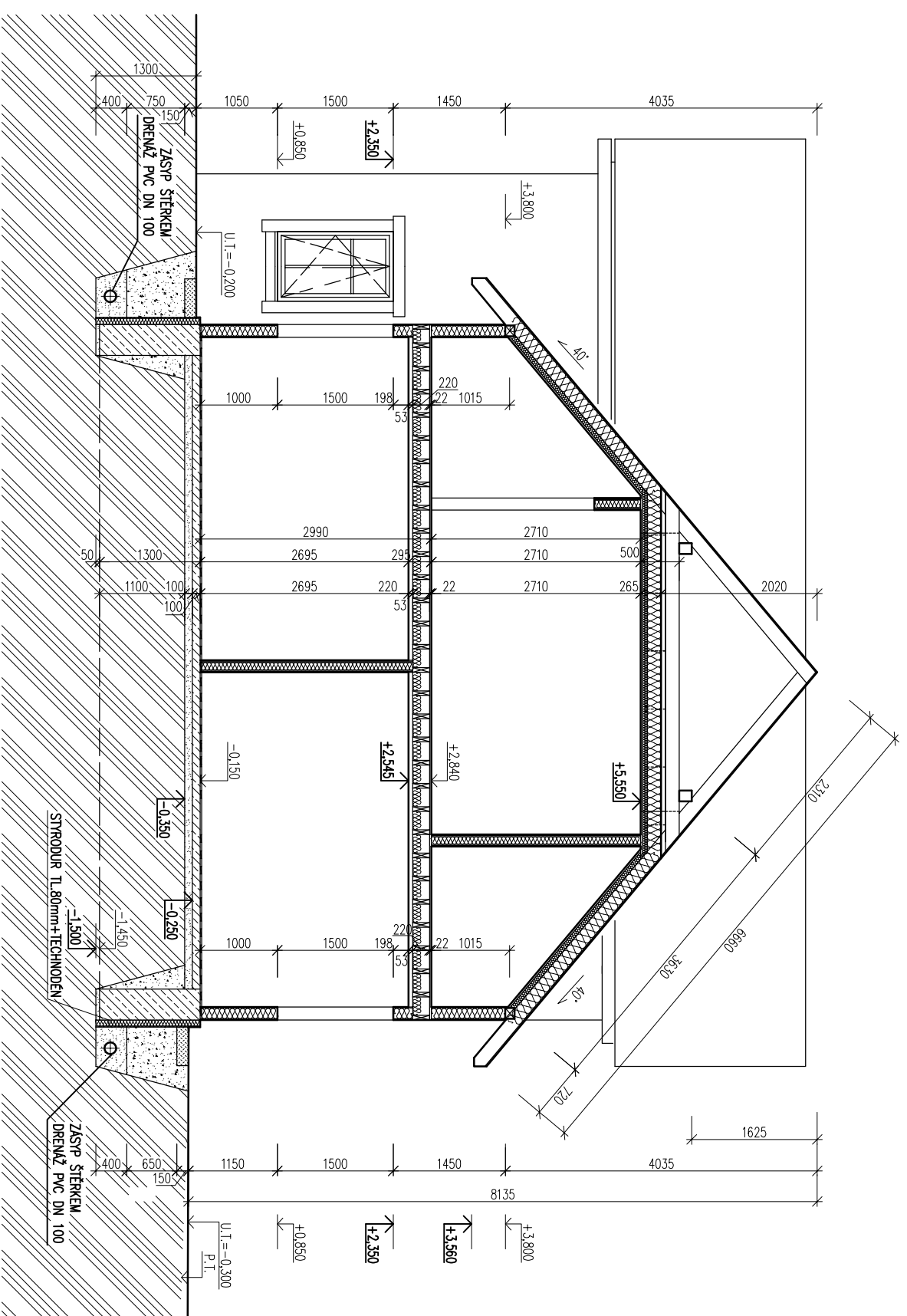


PRŮČKA



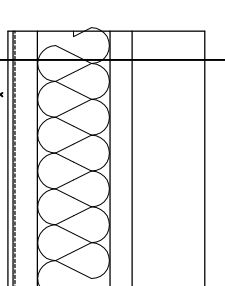
DIPLOMOVÁ PRÁCE – PŘÍLOHA č. 5		ČZU PRAHA	
ŘEŠITEL DP	Bc. Petr Polák	FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ	
VEDOUcí DP	doc. Ing. Martin Böhmm, Ph.D.		
LCA DŘEVOSTAVBY		FORMÁT	A3
PŮDORYS 2.NP (Dřevostavba)		DATUM	ŘÍJEN 2016
		MĚŘÍTKO	Č.VÝKRESU
		1:75	01

ŠKÍMA 2.NP (CELA SKLADBA)



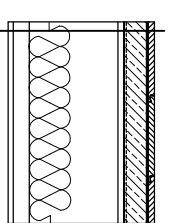
- TL 30MM
- TL 30MM
- TL 180MM
- TL 60MM
- TL 12,5MM

STROP 2.NP (CELA SKLADBA)



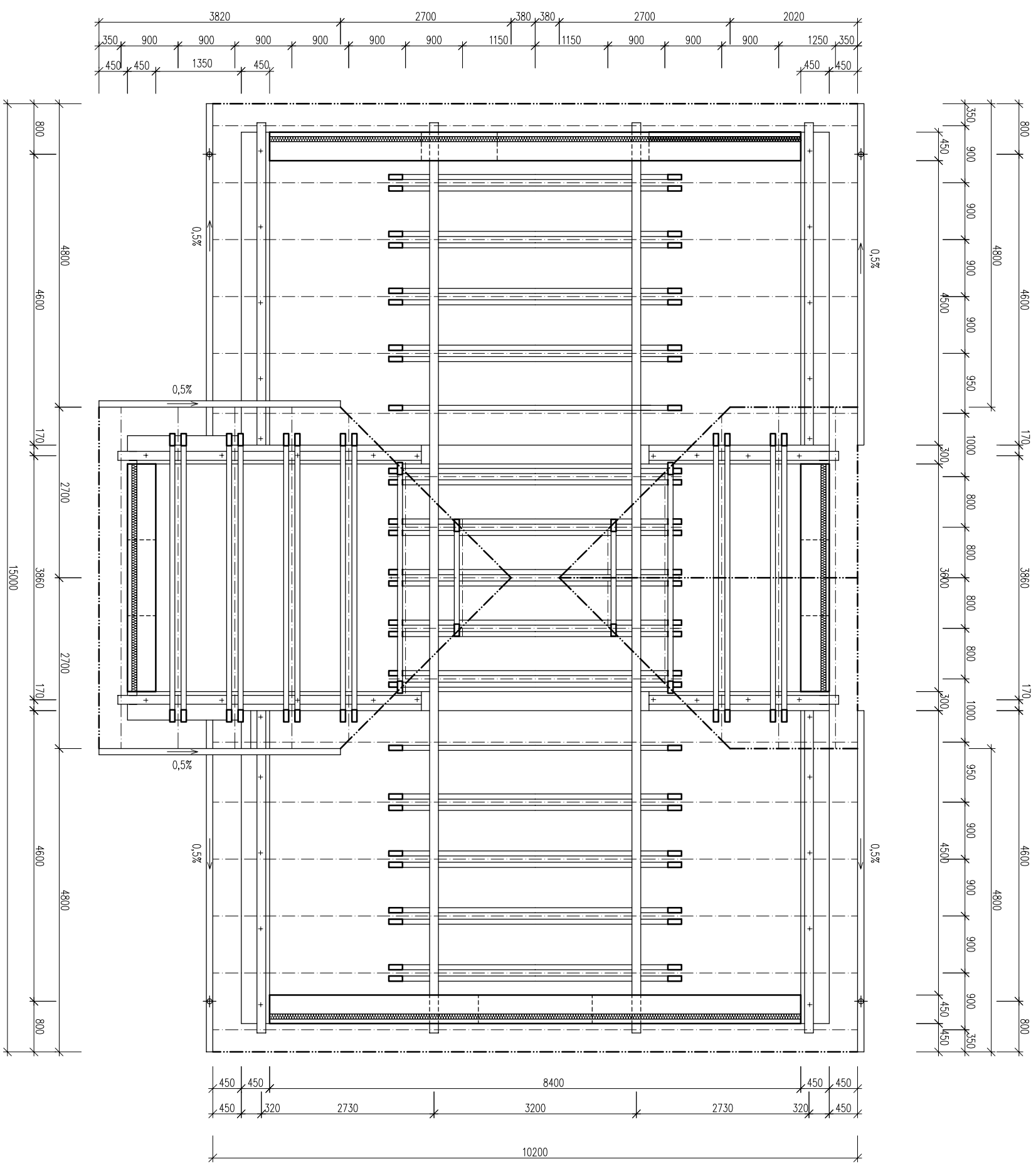
- TL 55MM
- TL 180MM
- TL 60MM
- TL 12,5MM

STROP 1.NP (CELA SKLADBA)



- TL 15MM
- TL 5MM
- TL 55MM
- TL 22MM
- TL 40MM
- TL 12,5MM

DIPLOMOVÁ PRÁCE – Příloha č. 5		ČZU PRAHA	
ŘEŠITEL DP	Bc. Petr Polák	FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ	
VEDOUČÍ DP	doc. Ing. Martin Běhm, Ph.D.	FORMÁT	A3
LCA DŘEVOSTAVBY		DATUM	ŘÍJEN 2016
PŘÍČNÝ ŘEZ (Dřevostavba)		MĚŘÍTKO	Č. VÝKRESU
		1:75	01



DIPLOMOVÁ PRÁCE – Příloha č. 5		ČZU PRAHA	
ŘEŠITEL DP	Bc. Petr Polák	FAKULTA ŽIVOTNÍHO	
VEDOUcí DP	doc. Ing. Martin Böhmm, Ph.D.	PROSTŘEDÍ	
LCA DŘEVOSTAVBY		FORMÁT	A3
KROV (obě varianty)		DATUM	ŘÍJEN 2016
		MĚŘÍTKO	Č. VÝKRESU
		1:75	01

Příloha č. 6 - Technické listy konkrétně uvažovaných produktů

STEICO flex
elastická tepelná izolace

stavební materiály ze dřeva šetrné
k životnímu prostředí



DOPORUČENÉ POUŽITÍ

elastická izolace do prostor mezi
stěnovými, střešními
a stropními konstrukcemi
izolace volných prostor vnitřních
průčkových stěn a plošných instalací



- elastická tepelná izolace
- eliminace tepelných mostů
- dokonalé izolační vlastnosti v zimě i v létě
- dokonalá difúze vodních par
- regulace mikroklimatu místnosti
- snadné zpracování
- ekologická a šetrná k životnímu prostředí
- vhodná k opětovnému zpracování

více informací a návod na zpracování najdete v příslušných brožurách
nebo na internetových stránkách www.steico.com

BALENÍ

STEICOflex desky

tloušťka [mm]	formát [mm]	hmotnost/m ² [kg]	kusů v balíku	balíků na paletě	paleta [m ²]	hmotnost palety [kg]
40	1.220 * 575	2,00	10	12	84,2	cca 200
50	1.220 * 575	2,50	8	10	63,1	cca 190
60	1.220 * 575	3,00	8	10	56,1	cca 200
80	1.220 * 575	3,60	6	10	42,1	cca 180
100	1.220 * 575	4,50	4	12	33,7	cca 180
120	1.220 * 575	5,40	4	10	28,1	cca 180
140	1.220 * 575	6,30	4	8	22,4	cca 170
160	1.220 * 575	7,20	3	10	21,0	cca 180
180	1.220 * 575	9,00	3	8	16,8	cca 180
200	1.220 * 575	10,00	2	12	16,8	cca 200

TECHNICKÉ PARAMETRY STEICOflex

vyráběná a kontrolována podle normy	EN 13171
označení desek	WF – EN 13171 – T2 – TR1 – AF5
požární odolnost podle normy EN 13501-1	E
deklarovaný součinitel tepelné vodivosti λ_D [W/(m*K)]	0,038
menovitá hodnota součinitele prostupu tepla R_D [(m ² *K)/W]	1,05/1,30/1,55/2,10/2,60/3,15/3,70/4,20/4,75/5,25
tloušťka [mm]	40/50/60/80/100/120/140/160/180/200
hustota [kg/m ³]	cca 50
faktor difuzního odporu μ	1/2
měrná tepelná kapacita c [J/(kg*K)]	2100
pevnost v tahu \perp [kPa]	≥ 1
odpor proti průchodu vzduchu [(kPa*s)/m ²]	≥ 5
přísadové materiály	dřevěná vlákna, fosforečnan amonný, polyolefinové vlákno
kód odpadu (EAK)	030105/170201

SKLADOVÁNÍ/DOPRAVA

uložte naplocho v suchém prostředí
hrany chráňte před poškozením
foliový obal odstraňte teprve tehdy,
kdy je paleta na stabilním
a rovném místě



Operating site
certified accor.
ISO 9001:2000



STEICO
stavět a bydlet ve shodě s přírodou

Distributor:

www.steico.com

STEICO floor

izolační podlahový systém

stavební materiály ze dřeva šetrné
k životnímu prostředí



DOPORUČENÉ POUŽITÍ
systém podlahové izolace pro dřevěné
palubové podlahy tlumící kročeový hluk
bez zvukových můstek
tepelná a zvuková izolace
pro mnoho druhů podlah



- velmi dobře zlepšuje akustické parametry podlahy
- mechanické kotvení podlahové krytiny do listů
- dokonalé izolační vlastnosti
- difúzně otevřený
- reguluje mikroklima v místnosti díky vysoké sorpční schopnosti
- ekologický materiál, šetrný k životnímu prostředí
- recyklovatelný
- tepelně izolační materiál z dřevního vlákna

více informací a návod na zpracování najdete v příslušných brožurách
nebo na internetových stránkách www.steico.com



dřevoláknitá izolační deska

tloušťka [mm]	formát [mm]	skladový formát [mm]	hmotnost [kg/m ²]	ks / paleta	m ² / paleta	skladobné m ² / pal.	hmotnost/paleta [kg]
40	1.200 * 380	1.186 * 366	6,40	84	38,3	36,5	cca 265
50	1.200 * 380	1.186 * 366	9,60	54	24,6	23,4	cca 255

lsta

tloušťka [mm]	šířka [mm]	délka [mm]	ks/paleta*	*doporučené množství – lísty dostupné tříd jednotlivě	hmotnost/ks [kg]	spotřeba [ks / m ²]
35	50	2.000	45		cca 2	1,3
55	50	2.000	31		cca 3	1,3

TECHNICKÉ PARAMETRY STEICOfloor

výroba a kontrola dřeva	EN 13171
označení desek	WF – EN 13171 – T3 – CS(101Y)40 – TR2,5 – AF100
hrana	perodrážka
požární odolnost podle normy EN 13501-1	E
deklarovaný součinitel	
tepelné vodivosti λ_D [W/(m*K)]	0,040
deklarovaný tepelný odpor R_{D} [(m ² *K)/W]	1,0/1,5
hustota [kg/m ³]	cca 160
součinitel difúzního odporu μ	5
hodnota s_D [m]	0,2/0,3
měrná specifická tepelná kapacita c [J/(kg*K)]	2100
pevnost v tlaku [kPa]	40
pevnost v tahu kolmo k rovině desky \perp [kPa]	≥2,5
odpor proti průchodu vzduchu [(kPa*s)/m ²]	≥100
složení	dřevní vlákno, srahan hliněný, lepidlo
kód odpadu (EAK)	030105/170201

MATERIÁL

dřevoláknitá izolační deska vyráběná dle PN EN 13171 s průběžnou kontrolou kvality jakosti

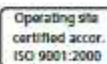
dřevní suroviny použité k výrobě tohoto produktu pochází z manažersky pěstovaného lesa, certifikováno v souladu se zásadami FSC

SKLADOVÁNÍ/TRANSPORT

STEICOfloor je potřeba skladovat naplocho v suchém prostředí

hrany chráňte před poškozením

transportní obal odstraňte teprve když paleta stojí na rovném a suchém podkladu



STEICO
stavět a bydlet ve shodě s přírodou

Distributor:

AKASTAV s. r. o.
Hladnovská 1247/11, 710 00 Ostrava
mob: 733 123 464, tel: 596 247 543
obchod@akastav.cz, www.akastav.cz

www.steico.com

TECHNICKÝ LIST

VYDAL	Rigips, s.r.o. ; Počernická 272/96, 108 03 Praha 10 Tel.: 296 411 800, 724 600 800; e-mail: ctp@rigips.cz
DATUM / DATE	15.11.2012

k výrobku: [Sádrokartonové desky Rigips](#)

Vlastnosti výrobku :

Vlastnost	Hodnota	Jednotka
Vyrovnaná vlhkost při 20°C a 65 % relativní vlhkosti	≈ 0,5	% Hmotnosti
Tepelná vodivost výpočtová hodnota	0,21	W / mK
Faktor difúzního odporu μ	6 - 10	- - -
Součinitel délkové roztažnosti při změně vlhkosti	$5 - 8 \times 10^{-6}$	na % relat. vlhkosti
Součinitel délkové roztažnosti při změně teploty	$1,3 - 2,0 \times 10^{-5}$	na °K
Reakce na oheň dle ČSN EN 13501-1	A2-s1,d0	- - -

Vlastnost	Namáhání	Označení	MPa
Pevnost v tahu	\perp k vláknům kartonu	$\sigma_{tz \perp}$	1,0 - 1,2
	s vlákny kartonu	$\sigma_{tz \parallel}$	1,8 - 2,5
Pevnost v tlaku	\perp k vláknům kartonu	$\sigma_{bz \perp}$	5,0 - 10,0
	s vlákny kartonu	$\sigma_{bz \parallel}$	5,0 - 10,0
Pevnost ve smyku	\perp k vláknům kartonu	$\sigma_{yx \perp}$	3,0 - 4,5
	s vlákny kartonu	$\sigma_{yx \parallel}$	2,5 - 4,0
Modul pružnosti v tahu za ohybu	\perp k vláknům kartonu	$E_{bz \perp}$	2000
	s vlákny kartonu	$E_{bz \parallel}$	2500
Tvrdość (Brinell)	\perp k ploše desky		10 - 18



Použití výrobku :

Základní součástí sádrokartonových systémů suché vnitřní výstavby Rigips je sádrokartonová deska.

Druhy sádrokartonových desek Rigips a jejich značení :

- stavební desky Rigips **RB**
(dle ČSN EN 520 A; dle DIN 18180 GKB)
- stavební desky Rigips **RBI** impregnované
(dle ČSN EN 520 H2; dle DIN 18180 GKBi)
- stavební desky Rigips **RF** pro požární odolnost
(dle ČSN EN 520 DF; dle DIN 18180 GKF)
- stavební desky Rigips **RFI** pro požární odolnost impregnované
(dle ČSN EN 520 DFH2; dle DIN 18180 GKFi)
- stavební desky Rigips **MA** pro požární odolnost a akustiku
(dle ČSN EN 520 DF; dle DIN 18180 GKF)

Hrany sádrokartonových desek :

Podélné hrany:

Standardně jsou dodávány desky o šířce 1 200 a 1 250 mm s hranou PRO (AK)
– zploštělé, opláštěné kartonem. Deska MA (DF) pouze v šířce 1250 mm. V tloušťce 18 mm jsou dodávány desky s hranou VARIO-PRO (HRAK) – zaoblené a zploštělé, opláštěné kartonem.

Příčné hrany:

Standardně jsou dodávány hrany kolmo řezané (SK). Sádrokartonové desky o šířce 1 250 a délce 2 000 mm jsou dodávány s kolmo řezanou zkosenou hranou (SK/F).

Bezpečnost a ochrana zdraví při práci:

Přípravek není klasifikován dle 1999/45/E jako nebezpečný. Nemá žádné nebezpečné vlastnosti.

Bezpečnostní list podle přílohy č. 2 nařízení (ES) 1907/2006(REACH), v platném znění není proto požadován. Při práci s přípravkem dodržujte obecná pravidla bezpečnosti a ochrany zdraví při práci.

Reakce na oheň :

Všechny druhy sádrokartonových desek Rigips jsou dle normy ČSN EN 520 zařazeny do třídy reakce na oheň A2-s1, d0. Všechny druhy sádrokartonových desek Rigips jsou v souladu s normou ČSN 73 0862 zařazeny do skupiny materiálů stupně hořlavosti A – nehořlavé.

Další informace získáte na lince technického servisu Rigips:

+420 296 411 800
+420 724 600 800
e-mail: ctp@rigips.cz



PENEFOL® 750

TECHNICKÝ LIST PN 01 – 102 – 15
VÝROBCE: LITHOPLAST, s.r.o.

LITHOPLAST

ČESKÝ VÝROBCE A PRODEJCE
IZOLACÍ A PLASTŮ

Tento dokument platí pro výrobu, zkoušení, přejímku a dodávání výrobku PENEFOL® 750.

PENEFOL® 750 je jednovrstvá fólie vyrobená z lehčeného nízkohustotního polyetylénu LDPE bez stabilizačních přísad proti UV záření. Fólie PENEFOL® 750 je vyráběna v rolích, pásech a deskách.

1. Technický popis

- **Materiál**
Základní surovinou pro výrobu fólie PENEFOL® 750 je nízkohustotní polyetylén LDPE vylehčený na konečnou objemovou hmotnost samostatnou přísadou do surovin. Do vstupního materiálu se při výrobě přidává barvivo.
- **Životnost**
V případě, že výrobek není vystaven UV záření, je jeho životnost minimálně 50 let.
- **Vzhled**
Povrch jedné strany výrobku je hladký, druhé strany hrubší s jemnými nerovnostmi v mezích tolerancí tloušťky. Po rozvinutí role či pásu může fólie vykazovat zvlnění v závislosti na teplotě okolního prostředí. Toto zvlnění neovlivňuje kvalitu výrobku ani jeho fyzikální a mechanické vlastnosti. Při požadavku zákazníka na specifický vzhled výrobku je nutné předem odsouhlasit referenční vzorek.
- **Barva**
Fólie PENEFOL® 750 je standardně černá, při požadavku zákazníka lze fólii vyrobit žlutou.

2. Použití

- **Stavebnictví**
Ve stavebnictví se fólie PENEFOL® 750 používá jako izolace proti vlhkosti a tlakové vodě nad úrovní i pod úrovní terénu dle normy ČSN EN 13967 (hydroizolace spodních staveb v úrovni i pod úrovní terénu, hydroizolace a izolace proti agresivní vodě a radonu (do středního rizika), protikorozní ochrana betonových a železobetonových konstrukcí, ochrana proti průsakům silážních žlabů a hnojišť, chemických van výrobních provozů a skladů, rekultivace skládek apod.).
Svařování se provádí horkým vzduchem ručními, polo-automatickými, nebo automatickými přístroji. Ve všech případech je nutné zajistit dostatečný přitlak spojovaných fólií.
- **Železnice**
V železničním stavitelství se fólie PENEFOL® 750 používá jako podložka pod podkladnice pro kolejový svršek.
- **Ostatní**
Fólie PENEFOL® 750 má mnohostranné využití i v ostatních průmyslových odvětvích. Jako příklad uvádíme: výseky a výztuhy pro textilní, kožedělný, sportovní, automobilový a nábytkářský průmysl, těsnění, výseky, ochrana dřevin, ochrana proti prorůstání kořenů (kromě bambusových), ostatní obalový a ochranný materiál.

LITHOPLAST, s.r.o.
IČ: 63496306
www.lithoplast.cz

Sídlo
Branka 60, 624 00 Brno
Česká republika

Pobočky
Brno, Lanžhot,
Žďár nad Sázavou

Kontakty
+420 537 021 960
lithoplast@lithoplast.cz



1

PENEFOL® 750

TECHNICKÝ LIST PN 01 – 102 – 15
VÝROBCE: LITHOPLAST, s.r.o.

LITHOPLAST

ČESKÝ VÝROBCE A PRODEJCE
IZOLACÍ A PLASTŮ

3. Balení

- **Role**
Fólie je navijena do role na kartonovou trubici, která zabraňuje její zploštění při vodorovném uložení. Proti odmotání je zajištěna plastovým obalem. Role v šíři 1000 mm jsou uloženy svisle na paletu a staženy polypropylenovou páskou. Role v šíři 1400 mm jsou uloženy na paletu vodorovně do pyramidy. Krajiní role spodní řady jsou jistěny proti odvalení dřevěným klínem.
- **Pásky**
Pásky fólie jsou navijeny do rolí a ukládány na paletu svisle do výšky maximálně 1 m. Paleta je zabalena do plastové fólie.
- **Desky**
Desky fólie jsou ukládány na paletu ve vodorovném směru do výšky maximálně 0,5 m a jsou staženy polypropylenovou páskou. Paleta je zabalena do plastové fólie.

4. Značení

- **Role**
Každá role je označena CE štítkem, informační tabulkou s rozměry a letákem s informacemi pro spotřebitele.
- **Pásky**
Paleta s pásky je označena CE štítkem, informační tabulkou s rozměry a letákem s informacemi pro spotřebitele.
- **Desky**
Paleta s deskami je označena CE štítkem, informační tabulkou s rozměry a letákem s informacemi pro spotřebitele.

5. Manipulace a skladování

- **Manipulace**
Fólie PENEFOLO 750 musí být přepravována v krytých dopravních prostředcích. Při přepravě musí být zajištěna proti posunutí a znečištění.
- **Skladování**
Fólie PENEFOLO 750 musí být skladována v prostorách splňujících normu ČSN 64 0090, tzn. v suché, uzavřené, neosluněné hale při teplotě +5°C až 35°C. Na staveništi je nutno chránit fólii před UV zářením a znečištěním.

6. Záruka

- Záruka a reklamace se řídí obecně platnými právními předpisy ČR.

LITHOPLAST, s.r.o.
IČ: 83498306
www.lithoplast.cz

Sídlo
Branka 60, 624 00 Bno
Česká republika

Pobočky
Brno, Lanžhot,
Žďár nad Sázavou

Kontakty
+420 537 021 860
lithoplast@lithoplast.cz



PENEFOL® 750

TECHNICKÝ LIST PN 01 – 102 – 15
VÝROBCE: LITHOPLAST, s.r.o.

LITHOPLAST

ČESKÝ VÝROBCE A PRODEJCE
IZOLACÍ A PLASTŮ

7. Likvidace

- Odpad z polyetylenů je považován jako ostatní odpad dle vyhlášky MŽP 381/2001. Čistý odpad je možné recyklovat. Se znečištěným odpadem je nutné nakládat podle druhu znečišťující látky v souladu se zákonem o odpadech.
- Ve smyslu zákona č. 350/2011 Sb. o chemických látkách a chemických přípravcích ve znění pozdějších předpisů není tento výrobek nebezpečný.

8. Zkoušky, normy a technické předpisy

- Zkoušky a certifikace výrobku jsou realizovány dle požadavků harmonizované normy ČSN EN 13967 (Hydroizolační pásy a fólie – Plastové a pryžové pásy a fólie do izolace proti vlhkosti a pryžové pásy a fólie do izolace proti tlakové vodě). Jednotlivé požadavky na zkoušení a kontrolu výrobku jsou rozepsány v interní provozní dokumentaci a Příručce systému řízení výroby.
- Systém managementu kvality je certifikován podle ČSN EN ISO 9001:2009.

LITHOPLAST, s.r.o.
IČ: 63496306
www.lithoplast.cz

Sídlo
Branka 60, 624 00 Brno
Česká republika

Pobočky
Brno, Lanžhot,
Žďár nad Sázavou

Kontakty
+420 537 021 960
lithoplast@lithoplast.cz



PENEFOL® 750

TECHNICKÝ LIST PN 01 – 102 – 15
VÝROBCE: LITHOPLAST, s.r.o.

LITHOPLAST

ČESKÝ VÝROBCE A PRODEJCE
IZOLACÍ A PLASTŮ

9. Parametry výrobku

Označení		750/0,6/1000	750/0,8/1000	750/1,0/1000	Tolerance
Objemová hmotnost	kg/m ³	750	750	750	+/- 50 kg/m ³
Tloušťka	mm	0,6	0,8	1,0	+/- 10%
Šířka	mm	1000	1000	1000	+/- 5mm (role) +/- 15 mm (deska)
Délka	bm	100	50	50	+/- 0,5 m
Balení (role)	m ²	100	50	50	+/- 0,5 m ²
Plošná hmotnost	kg/m ²	0,45	0,60	0,75	+/- 10%
Hmotnost balení	kg	45,0	30,0	37,5	+/- 10%

Označení		750/1,2/1000	750/1,5/1000	750/2,0/1000	Tolerance
Objemová hmotnost	kg/m ³	750	750	750	+/- 50 kg/m ³
Tloušťka	mm	1,2	1,5	2,0	+/- 10%
Šířka	mm	1000	1000	1000	+/- 5mm (role) +/- 15 mm (deska)
Délka	bm	50	50	30	+/- 0,5 m
Balení (role)	m ²	50	50	30	+/- 0,5 m ²
Plošná hmotnost	kg/m ²	0,90	1,125	1,50	+/- 10%
Hmotnost balení	kg	45,0	56,25	45,0	+/- 10%

Označení		750/3,0/1000	750/4,0/1000	Tolerance
Objemová hmotnost	kg/m ³	750	750	+/- 50 kg/m ³
Tloušťka	mm	3,0	4,0	+/- 10%
Šířka	mm	1000	1000	+/- 5mm (role) +/- 15 mm (deska)
Délka	bm	30	30	+/- 0,5 m
Balení (role)	m ²	30	30	+/- 0,5 m ²
Plošná hmotnost	kg/m ²	2,25	3,0	+/- 10%
Hmotnost balení	kg	67,5	90,0	+/- 10%

LITHOPLAST, s.r.o.
IČ: 83486306
www.lithoplast.cz

Sídlo
Branka 60, 624 00 Brno
Česká republika

Pobočky
Brno, Lanžhot,
Žďár nad Sázavou

Kontakty
+420 537 021 860
lithoplast@lithoplast.cz



PENEFOL® 750

TECHNICKÝ LIST PN 01 – 102 – 15
VÝROBCE: LITHOPLAST, s.r.o.

LITHOPLAST

ČESKÝ VÝROBCE A PRODEJCE
IZOLACÍ A PLASTŮ

Označení		750/0,6/1400	750/0,8/1400	750/1,0/1400	Tolerance
Objemová hmotnost	kg/m ³	750	750	750	+/- 50 kg/m ³
Tloušťka	mm	0,6	0,8	1,0	+/- 10%
Šířka	mm	1400	1400	1400	+/- 5mm (role) +/- 15 mm (deska)
Délka	bm	100	50	50	+/- 0,5 m
Balení (role)	m ²	140	70	70	+/- 0,7 m ²
Plošná hmotnost	kg/m ²	0,45	0,60	0,75	+/- 10%
Hmotnost balení	kg	63,0	42,0	52,5	+/- 10%

Označení		750/1,2/1400	750/1,5/1400	750/2,0/1400	Tolerance
Objemová hmotnost	kg/m ³	750	750	750	+/- 50 kg/m ³
Tloušťka	mm	1,2	1,5	2,0	+/- 10%
Šířka	mm	1400	1400	1400	+/- 5mm (role) +/- 15 mm (deska)
Délka	bm	50	40	30	+/- 0,5 m
Balení (role)	m ²	70	56	42	+/- 0,7 m ²
Plošná hmotnost	kg/m ²	0,90	1,125	1,50	+/- 10%
Hmotnost balení	kg	63,0	63,0	63,0	+/- 10%

Označení		750/3,0/1000	750/4,0/1000	Tolerance
Objemová hmotnost	kg/m ³	750	750	+/- 50 kg/m ³
Tloušťka	mm	3,0	4,0	+/- 10%
Šířka	mm	1400	1400	+/- 5mm (role) +/- 15 mm (deska)
Délka	bm	20	20	+/- 0,5 m
Balení (role)	m ²	28	28	+/- 0,7 m ²
Plošná hmotnost	kg/m ²	2,25	3,00	+/- 10%
Hmotnost balení	kg	63,0	84,0	+/- 10%

LITHOPLAST, s.r.o.
IČ: 83486306
www.lithoplast.cz

Sídlo
Branka 60, 624 00 Brno
Česká republika

Pobočky
Brno, Lanžhot,
Žďár nad Sázavou

Kontakty
+420 537 021 860
lithoplast@lithoplast.cz



5

PENEFOL® 750

TECHNICKÝ LIST PN 01 – 102 – 15
VÝROBCE: LITHOPLAST, s.r.o.

LITHOPLAST

ČESKÝ VÝROBCE A PRODEJCE
IZOLACÍ A PLASTŮ

10. Štítek výrobku CE



1020

LITHOPLAST, s.r.o.

IČ 63496305

06

1020 – CPR – 060024753

EN 13967

PENEFOL® 750

PN01

izolační pás proti vlhkosti, typ A, T
hydroizolační fólie

Reakce na oheň	F
Vodotěsnost	vodotěsně při tlaku 60 kPa
Odolnost proti protrhávání	NPD
Pevnost spoje	NPD
Odolnost proti nárazu PENEFOL® 750/1,0	metoda A – max. 500 mm metoda B – max. 350 mm
Pevnost v tahu PENEFOL® 750/1,0	min. 300 N/50 mm
Odolnost proti statickému zatížení	metoda B, vyhovuje při 20 kg
Trvanlivost PENEFOL® 750/1,0	Vodotěsnost po umělém stárnutí Vodotěsnost po vystavení chemikálií – roztoky NaCl, Ca(OH) ₂ , H ₂ SO ₄ vodotěsně při tlaku 60 kPa
Nebezpečné látky	bez přísad obsahujících nebezpečné látky

LITHOPLAST, s.r.o.
IČ: 63496305
www.lithoplast.cz

Sídlo
Branka 60, 624 00 Brno
Česká republika

Pobočky
Brno, Lanžhot,
Žďár nad Sázavou

Kontakty
+420 537 021 960
lithoplast@lithoplast.cz



Vyrobeno
v ČR

6

PENEFOL® 750

TECHNICKÝ LIST PN 01 – 102 – 15
VÝROBCE: LITHOPLAST, s.r.o.

LITHOPLAST

ČESKÝ VÝROBCE A PRODEJCE
IZOLACÍ A PLASTŮ

11. VÝROBEK DÁLE SPLŇUJE NÁSLEDUJÍCÍ VLASTNOSTI

Fólie PENEFOL® 750 má vyšší objemovou hmotnost než fólie PENEFOL® 500 a PENEFOL® 650 a tudíž hodnoty uvedené u fólie PENEFOL® 500 a PENEFOL® 650 splňuje.

Charakteristika	Vlastnost	Technické specifikace
Smyková odolnost PENEFOL® 750/1,0	prům. 336,6 N/50mm	
Propustnost vodní páry -Ekviv. dif. tloušťka s_d (PENEFOL® 750/1,0)	prům. 148 m	ČSN EN 1931
Přímost	vyhovuje	ČSN EN 1848-2
Vodotěsnost po vystavení chemikálií- silážní kyseliny (PENEFOL® 750/1,0)	vodotěsné při tlaku 60 kPa	ČSN EN 1847
Vodotěsnost po vystavení chemikálií- ropné látky (PENEFOL® 750/1,0)	vodotěsné při tlaku 60 kPa	ČSN EN 1847
Snášlivost s asfaltem PENEFOL® 500/1,0	vodotěsné při tlaku 60 kPa	ČSN EN 1548
Součinitel difuze radonu D dle metodiky K124/02/95 PENEFOL® 750	$1,3 \cdot 10^{-11} \pm 0,1 \cdot 10^{-11}$	ČSN 73 0601
PENEFOL® 750 spoj	$1,3 \cdot 10^{-11} \pm 0,1 \cdot 10^{-11}$	
Vnitřní rezistivita (PENEFOL® 750/1,0)	$1,5 \cdot 10^{15} \Omega m$	ČSN IEC 93
Teplota křehnutí při ohybu -20°C a vyšší bez trhlin PENEFOL® 650/0,75	tělesa neporušena	ČSN 64 0620
Rozměrová stálost PENEFOL® 750/1,0	+/- 2 %	
Podélný směr Příčný směr	prům. -0,28 % prům. +0,20 %	ČSN 64 0610
Odolnost vůči kořenům PENEFOL® 750/1,0	kořeny nepronikly	ČSN CEN 14416
Pevnost v tahu metoda A (tl. 1 mm) v podélném směru v příčném směru	380 N/50 mm 300 N/50 mm	ČSN EN 12311-2
Pevnost v tahu tělísko dle ISO 1798 v podélném směru v příčném směru	7,6 N/mm ² 6,0 N/mm ²	ČSN EN 12311-2
Tažnost v podélném směru	230 %	
Tažnost v příčném směru	230 %	

LITHOPLAST, s.r.o.
IČ: 83498306
www.lithoplast.cz

Sídlo
Braník 60, 624 00 Brno
Česká republika

Pobočky
Brno, Lanžhot,
Žďár nad Sázavou

Kontakty
+420 537 021 860
lithoplast@lithoplast.cz



7

TECHNICKÝ LIST ZDICÍ PRVKY

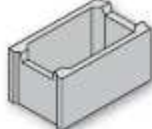
BEST - ZTRACENÉ BEDNĚNÍ 15, 20, 30, 40



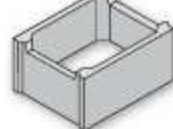
BEST - ZTRACENÉ BEDNĚNÍ 15



BEST - ZTRACENÉ BEDNĚNÍ 20



BEST - ZTRACENÉ BEDNĚNÍ 30



BEST - ZTRACENÉ BEDNĚNÍ 40

■ dutinové tvarovky z prostého vibrolisovaného betonu vhodné pro:

- rychlé zhotovení nosného i obvodového nezatepleného zdiva
- nadezdívku základových pásů
- stavby opěrných zdí nebo plotů bez použití bednění

■ moderní technologie výroby zajišťuje vynikající vlastnosti tvarovek, zejména:

- vysokou pevnost, mrazuvzdornost
- rozměrovou přesnost
- minimální nasákavost
- nehořlavost a požární odolnost

■ profil tvarovek je uzpůsoben pro vkládání vodorovného armování a tvar bočnic prvků vytváří zámek, který urychluje samotnou realizaci a zjednodušuje její pracnost

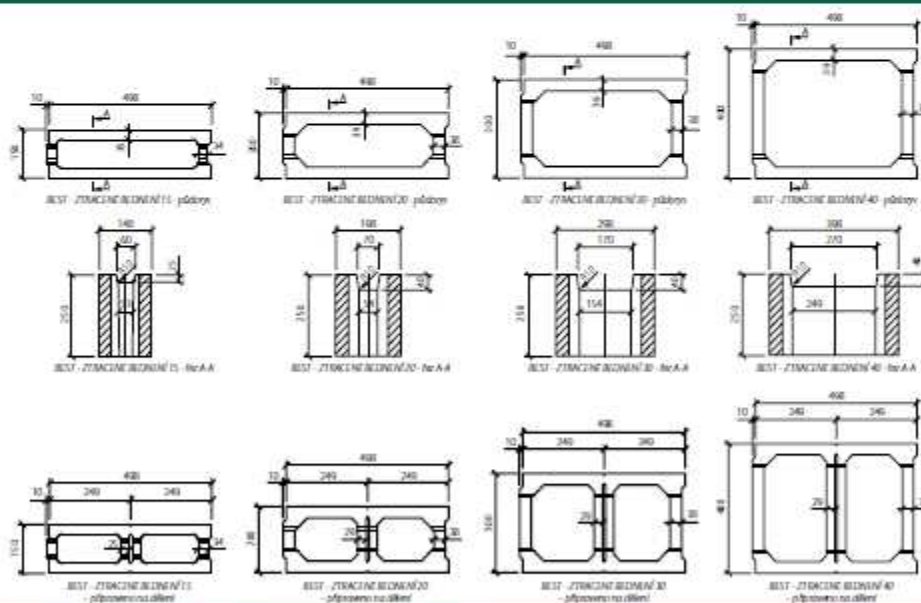
■ prvky se kladou na vazbu, a to buď nasucho nebo za použití maltové směsi a poté se pro zmonolitnění zalijí betonem, případně se konstrukce zpevní vodorovným nebo svislým armováním

■ tvarovky splňují podmínky vyhlášky Státního úřadu pro jadernou bezpečnost o radiční ochraně č. 307/2002 Sb.

■ na vrstvě vždy 1 ks připraven na dělení



TECHNICKÝ VÝKRES - VÝROBNÍ ROZMĚRY (mm)



ROZMĚROVÉ A HMTNOSTNÍ ÚDAJE

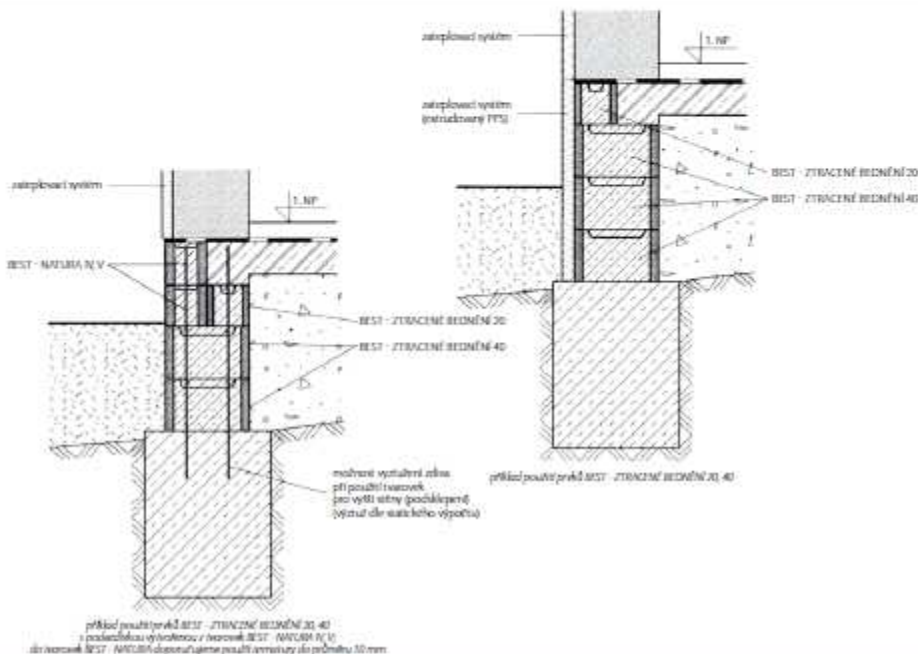
název	skladobné rozměry (mm)			spotřeba		množství (ks)		hmotnost (kg)		pevnost v tlaku (dle ČSN EN 772) MPa
	tloušťka	délka	výška	ks/m ²	ks/m ³	vrstva	paleta	ks	paleta	
BEST - ZTRACENÉ BEDNĚNÍ 15	150	500	250	8	53,34	10	50	24	1200	20
BEST - ZTRACENÉ BEDNĚNÍ 20	200	500	250	8	40,00	8	40	27	1080	20
BEST - ZTRACENÉ BEDNĚNÍ 30	300	500	250	8	26,67	6	30	31	930	20
BEST - ZTRACENÉ BEDNĚNÍ 40	400	500	250	8	20,00	4	20	35	700	20



BEST - ZTRACENÉ BEDNĚNÍ 15, 20, 30, 40

TECHNICKÁ DOPORUČENÍ PŘI REALIZACI Z PRVKŮ BEST - ZTRACENÉ BEDNĚNÍ

- tvarovky se ukládají na vybudovaný základový pás
- v případě potřeby se ztracené bednění zpevňuje svislou nebo vodorovnou armaturou
- betonová záhlívka se provádí v celé výšce a po celé délce stěny



příklad použití prvků BEST - ZTRACENÉ BEDNĚNÍ 30, 40 s podkladovou výztužnou sítí tvarovek BEST - NATURA N V do tvarovek BEST - NATURA doporučené použití armatury do průměru 10 mm

UPOZORŮJEME

- V případě kombinace použití tvarovek BEST - ZTRACENÉ BEDNĚNÍ o různé síle (nebo kombinace prvků BEST - ZTRACENÉ BEDNĚNÍ a BEST - NATURA) je nutné vždy předchozí vrstvy řádně zabetonovat a pokračovat až po zatuhnutí betonové záhlívky.
- Orientační spotřeba betonu do prvků BEST - ZTRACENÉ BEDNĚNÍ:
 tvárnice o tloušťce 400 mm = 0,27 m³/m² (0,68 m³/m²)
 tvárnice o tloušťce 300 mm = 0,19 m³/m² (0,63 m³/m²)
 tvárnice o tloušťce 200 mm = 0,10 m³/m² (0,52 m³/m²)
 tvárnice o tloušťce 150 mm = 0,07 m³/m² (0,47 m³/m²)

NABÍDKA BAREV A POVRCHOVÝCH ÚPRAV VÝROBKŮ BEST

- povrch **STANDARD porézní struktura** (pórovitý materiál zaručující prostupnost par a vysokou přilnavost)
 ■ barva přírodní

NORMY A CERTIFIKÁTY

Výrobky BEST jsou vyráběny a kontrolovány podle evropských harmonizovaných norem.

ISO 9001:2001

Certifikát systému managementu jakosti
 podle VSM Praxo - Certifikační
 společnosti, s.r.o., Certifikační orgán
 pro systémy managementu jakosti a ISO 14001:2004

ISO 14001

Certifikát systému environmentálního
 managementu podle VSM Praxo -
 Certifikační společnosti, s.r.o.,
 Certifikační orgán pro ISO

OHSAS 18001

Certifikát systému managementu bezpečnosti
 a zdraví osob při práci podle VSM Praxo
 Certifikační společnosti, s.r.o., Certifikační orgán
 OHSAS pro systémy managementu

BEST, a.s.; <http://www.best.info>; e-mail: best@best.info



Technický list 09.S-T8p Tekutá lepenka 2K hydroizolace

Výrobek	Dvosložkový, trvale pružný hydroizolační nátěr, na bázi disperze a směsi modifikovaných přísad s cementem. Po vytvrzení vytváří hydroizolační membránu. Vhodná pro izolaci objektů s nízkým radonovým indexem.
Vlastnosti	<input checked="" type="checkbox"/> Vysoká přilnavost, ke stavebním materiálům, na vodorovné i svislé plochy; <input checked="" type="checkbox"/> Vhodná pro nadzemní i podzemní aplikace, novostavby i rekonstrukce; <input checked="" type="checkbox"/> Vysoce flexibilní; <input checked="" type="checkbox"/> Prvotřídní vodotěsnost <input checked="" type="checkbox"/> Po vytvrzení trvale pružná, odolná proti povětrnostním vlivům; mrazuvzdorná; <input checked="" type="checkbox"/> Odolná chlorované vodě; <input checked="" type="checkbox"/> Interiér a exteriér; <input checked="" type="checkbox"/> Odolává tlakové vodě.
Použití	- Hydroizolační nátěry základů staveb (pozor na proříznutí zdívem), pod obklady a dlažby; - Hydroizolace bazénů, balkonů, teras a lodžii, nádrží na užitkovou vodu; - Izolace sklepních prostor, opěrných zdí, - Do skladby vytápěných podlah pod i nad topné médium; - Izolace objektů proti pronikání radonu z podloží
Balení	Kbelík 7kg, 14kg a 21kg
Barva	Složka A – tekutá: mléčně bílá. Složka B – sypká šedivá.

Technické údaje	
Základ – složka A	- disperzní kapalná složka s aditivy
Základ – složka B	- směs modifikovaných přísad s cementem
Měrná hmotnost sypké složky B	kg/m ³ 1440
Tepelná odolnost při přepravě	°C +5 (při přepravě nesmí zmraznout)
Aplikační teplota	°C +10 / +30
Tepelná odolnost	°C -20 / +70
Zpracovatelnost	hod 2 po namíchání při 20°C a 55% rel. vlhkosti
Počáteční tahová přídržnost	MPa ≥ 0,5 Dle ČSN EN 14891 A.6.2
Tahová přídržnost po kontaktu s vodou	MPa ≥ 0,5 Dle ČSN EN 14891 A.6.3 nebo A.6.4
Tahová přídržnost po tepelném stárnutí	MPa ≥ 0,5 Dle ČSN EN 14891 A.6.5
Počáteční přídržnost beton	MPa ≥ 0,5
Tahová přídržnost po cyklickém zmrazování-rozmrazování	MPa ≥ 0,5 Dle ČSN EN 14891 A.6.6
Tahová přídržnost po kontaktu s vápennou vodou	MPa ≥ 0,5 Dle ČSN EN 14891 A.6.9
Přídržnost na OSB desky	MPa ≥ 0,5
Tahová přídržnost po kontaktu s chlorovanou vodou	MPa ≥ 0,5 Dle ČSN EN 14891 A.6.7 nebo A.6.8
Doba vytvrzování	hod 12 hod pro zdivo, 24 hod pod obklady a dlažbu po namíchání při 20°C a 55% rel. vlhkosti
Součinitel difúze radonu	D (m ² /s) 1,5 *10 ⁻¹⁰ Při tloušťce 3 mm
Skladovatelnost	měsíce 12 (při teplotách od +10°C do +25°C)

Údaje o zápisu do OR: Zapsáno KS Ostrava, oddíl B, vložka 2951

Den Braven Czech and Slovak a.s.

Adresa: 793 91 Úvalno 353, tel.: 554 648 200, fax: 554 648 205, Česká republika

Bankovní spojení: KB Krnov, č. ú. 19 - 0848810297 / 0100

info@denbraven.cz

IČO: 26872072, DIČ: CZ26872072

www.denbraven.cz



Technický list 09.S-T8p Tekutá lepenka 2K hydroizolace

Přibližná spotřeba na 1 m ²	kg	1,5	(2 nátěry pro stékající vodu)
	kg	2,0-3,0	(3-4 nátěry pro tlakovou vodu)
Vodotěsnost	Žádný průnik a přírůstek hmotnosti ≤ 20g dle normy ČSN EN 14891 A.7		

Podklad Musí být čistý, suchý, pevný, bez volných částic prachu, mastnot a oleje. Ideální podkladem jsou betony, lehčené betony (pórobetony), potěry, mazaniny, omítky, zdící materiály z pálených cihel, desky CETRIS a sádkartony. Podklady je však zapotřebí nejprve penetrovat, snížit jejich savost.

Ošetření (příprava) podkladu Zvětralé části a kaverny nutno opravit reprofilační maltou, rohy zaobleny.

Pokyny Tekutá lepenka 2K hydroizolace je dodávána v poměru 3:1 (hmotnostní poměr) /suchá B a tekutá A. Příprava probíhá k postupným vmícháváním suché složky B do tekuté složky A s přidáním vody do max. 5%. Mícháme ručně nebo strojně s malým počtem otáček cca 250 ot./min., dokud směs není kvalitně zhomogenizována. Při strojním míchání nechte krátce odstát a pak promíchejte od spodu zednickou lžící nebo jiným nástrojem, aby se uvolnily bubliny. Na připravený podklad nanášíme štětcem nebo válečkem, nejméně ve dvou vrstvách. Vrstvy nanášíme tzv. křížovou metodou. 1. vrstva zleva doprava a 2. vrstva shora dolů (nebo naopak). Rohy a kouty vyztužíme dilatační páskou, která se vkládá do první vrstvy. Podkladní vrstva musí být dostatečně ztuhlá cca po 12 hod, pro zdivo, 24 hod pod obklady a dlažby.

Upozornění Hydroizolační nátěr nutno chránit před rychlým vyschnutím a slunečním žářem. Vodotěsnost je zaručena při kladném tlaku vody, při záporném tlaku vody nesmí tlak vody překročit přídílnost izolace k podkladu. Zabraňte v kontaktu s kovem, může dojít ke korozi. Kov lze opatřit např. páskou FLEECEBAND Den Braven.

V případě použití jako izolace proti radonu, je nutné v konkrétním případě posoudit v souladu s ČSN 73 0601 „Ochrana staveb proti pronikání radonu z podlaží“.

Není určena jako finální povrchová úprava betonových a jiných konstrukcí!

Čištění Materiál: ihned vodou, technický benzín
Ruce: mýdlo a voda, reparační krém na ruce.

Bezpečnost Aktualizace Viz «Bezpečnostní list 09.S-T8p».
Aktualizováno dne: 10.08.2016 Vyhотовeno dne: 10.09.2014

Výrobek je v záruční době konformní se specifikací. Uvedené informace a poskytnuté údaje spočívají na našich vlastních zkušenostech, výzkumu a objektivním testování a předpokládáme, že jsou spolehlivá a přesná. Přesto firma nemůže znát nejrůznější použití, kde a za jakých podmínek bude výrobek aplikován, ani použité metody aplikace, proto neposkytuje za žádných okolností záruku nad rámec uvedených informací, co se týče vhodnosti výrobků pro určitá použití ani na postupy použití. Výše uvedené údaje jsou všeobecné povahy. Každý uživatel je povinen se přesvědčit o vhodnosti použití vlastními zkouškami. Pro další informace prosím kontaktujte naše technické oddělení.

Údaje o zápisu do OR: Zapsáno KS Ostrava, oddíl B, vložka 2951

Den Braven Czech and Slovak a.s.

Adresa: 793 91 Úvalno 353, tel.: 554 648 200, fax: 554 648 205, Česká republika
Bankovní spojení: KB Krnov, č. ú. 19 - 0848810297 / 0100

info@denbraven.cz

IČO: 28872072, DIČ: CZ26872072

www.denbraven.cz



Montážní lepidlo Fix Flex

Montážní lepidlo Fix Flex je lepidlo s vysokou počáteční nosností a skvělou konečnou pevností lepeného spoje. Jedná se o lepidlo bez obsahu rozpouštědel, na bázi disperze, vytvrzující odpařením vody.

Technické údaje:

Základ	emulze
Konzistence	Tixotropní pasta
Hustota (g/ml)	1,62
Sušina (%)	78
Tepelná odolnost (°C)	-15 / +75 (po vytvrzení)
Tepelná odolnost (°C)	-15 (při přepravě)
Tepelný rozsah použití (°C)	+15 / +40
Otevřený čas (min.)	5-10 (při 23°C / 55% rel. vlhk.)
Manipulační pevnost (hod.)	≈ 4 (při 23°C / 55% rel. vlhk.)
Doba vytvrzování (hod.)	24-72 (v závislosti na teplotě při aplikaci, savosti podkladu a tloušťce lepidla)
Pevnost v tahu (kg/cm ²)	20 (při 23°C / za 4 hod.) 30 (při 23°C / za 8 hod.) 40 (při 23°C / za 72 hod.)
Pevnost ve smyku (kg/cm ²)	10 (při 23°C / za 4 hod.) 20 (při 23°C / za 8 hod.) 30 (při 23°C / za 72 hod.)
Spotřeba	500 – 1500 g/m ² (v závislosti na savosti podkladu a požadované nosnosti po vytvrzení)



Vlastnosti:

- Okamžité lepení předmětů s hmotností do 125 kg/m² bez použití další fixace.
- Odolné vůči vlhku a prachu
- Snadné nanášení
- Bez rozpouštědel
- Pro interiéry
- Vysoká přilnavost na různé materiály v kombinaci savý – nesavý
- Po vytvrzení přetíratelné
- Možnost opakovaného použití (nevysychá v kartuši)

Použití:

- Lepení většiny materiálu jako je dřevo, dřevotříska, beton, kov, kámen, polystyrén, laminát apod.
- Lepení vnitřních parapetů, izolačních obkladů a lišt.
- K lepení i ne příliš rovných povrchů
- Lepení prahů, stropních kazet, podhledů
- K doleповání obkladových prvků

Údaje o zápisu do CR: Zápisno KB Ostrava, oddíl B, vložka 2901

Den Braven Czech and Slovak s.s.

Adresa: 793 91 Úvalno 353, tel.: 554 648 200, fax: 554 648 205, Česká republika

Bankovní spojení: KB Křov, č. ú. 19 - 0848610297 / 0100

info@denbraven.cz

IČO: 26872072, DIČ: CZ26872072

www.denbraven.cz



Technický list 06.12F

Balení:

Kartuše 310 ml

Barva:

Bílá

Pracovní postup:

Podklad musí být čistý, suchý, pevný, bez volných částic, prachu a mastnoty. Lepidlo naneste v bodech nebo pruzích na jednu stranu lepeného materiálu. Lepený materiál přiložte na podklad a posunutím přitlačte na určené místo. Spotřeba lepidla je 500-1500 g/m² (v závislosti na savosti podkladu a požadované nosnosti po vytvrzení). Min. aplikační teplota +5 °C, max. + 40 °C (optimální od +15 °C). Při lepení stropních kazet, naneste lepidlo cca v pěti bodech na zadní plochu kazety.

Bezpečnost:

Dodržujte základní bezpečnostní opatření, při práci nejíst, nepít, nekouřit. Uchovávejte mimo dosah dětí. Prázdné obaly odložte na místo určené obcí k ukládání odpadu.

Skladovatelnost:

V originálním neotevřeném obalu při teplotách +5 °C až + 25 °C, datum spotřeby je uveden na obalu.

Poznámky: Mimo jiné není vhodné pro použití na PE, PP, živичné podklady a teflon.

Čištění: Materiál: voda / Ruce: pasta na ruce, mýdlo a voda.

Aktualizace

Aktualizováno dne: 21.07.2014

Vyhotoveno dne: 21.07.2014

Výrobek je v záruční době konformní se specifikací. Uvedené informace a poskytnuté údaje spočívají na našich vlastních zkušenostech, výzkumu a objektivním testování a předpokládáme, že jsou spolehlivé a přesné. Přesto firma nemůže znát nejrůznější použití, kde a za jakých podmínek bude výrobek aplikován, ani použité metody aplikace, proto neposkytuje za žádných okolností záruku nad rámec uvedených informací, co se týče vhodnosti výrobků pro určitá použití ani na postupy použití. Výše uvedené údaje jsou všeobecné povahy. Každý uživatel je povinen se přesvědčit o vhodnosti použití vlastními zkouškami. Pro další informace prosím kontaktujte naše technické oddělení.

Údaje o zápisu do OR: Zapsáno KS Ostrava, oddíl B, vložka 2901

Den Braven Czech and Slovak s.s.

Adresa: 793 91 Úvalno 353, tel.: 554 648 200, fax: 554 648 205, Česká republika
Bankovní spojení: KB Křmov, č.ú. 19 - 0848610297 / 0100

info@denbraven.cz

IČO: 26872072, DIČ: CZ26872072

www.denbraven.cz

Isover VARIO® KM DUPLEX UV CE

Unikátní chytrá parobrzda



CHARAKTERISTIKA VÝROBKU

Parobrzda Isover VARIO® KM DUPLEX UV je speciálně vyvinutá fólie na bázi polyamidu, která kromě parotěsné funkce má navíc proměnnou ekvivalentní difuzní tloušťku s_e , díky které pomáhá vlhkosnímu režimu v konstrukci.

POUŽITÍ

Parobrzda Isover VARIO® KM DUPLEX UV je vhodná do všech konstrukcí stěn, stropů a střech. Zvláště tam, kde je nutné omezit úniky teplého vzduchu z interiéru (vzduchotěsnost) a namáhání těchto konstrukcí migrující vlhkostí z interiéru do exteriéru. Díky variabilitě – přizpůsobivé propustnosti pro vodní páru dle okolních podmínek (teplota a relativní vlhkosť okolního prostředí) parobrzda Isover VARIO® KM DUPLEX UV stabilizuje během roku vlhkosní režim konstrukce. V letním období podporuje vysychání zabudované vlhkosti do interiéru, má vysoký podíl na optimalizaci vlhkosních podmínek dřevěných konstrukcí, chrání je proti degradaci zvýšenou vlhkostí (plísně). V zimním období naopak chrání konstrukci proti zvýšené relativní vlhkosti vnitřního prostředí. Parobrzda Isover VARIO® KM DUPLEX UV má přilnavé rouno, které zvyšuje pevnost fólie a zlepšuje přilnavost k dřevěným povrchům.

Tyto vlastnosti jsou výhodné u novostaveb, velmi pozitivní vliv mají u dřevostaveb u nevětráňích a z vnější strany parotěsně uzavřených obvodových konstrukcí. U stávajících objektů při změně jejich užívání chrání konstrukci proti výrazným změnám v cyklu střídaní vlhkosti během roku a eliminuje tak zvýšené vlhkosní namáhání. Výhodné je použití systému při obnově tepelné izolace a ostatních vstev stávajícího střešního pláště bez požadavku přístupu z užívaného interiéru. Tj. parobrzdu lze ukládat z vnější strany přes krokvě (na vnější stranu vnitřního obkladu). Parobrzda se klade rovnoběžně s okapovou hranou s přesahy 100 mm slepené lepicí páskou VARIO® KR 1, přichycuje se

spinkami do dřevěných konstrukcí. Ke kovovým litím a k obvodovému zábrhu se parobrzda připevňuje pomocí tmelu Isover VARIO® DS. Isover VARIO® KM DUPLEX UV obsahuje navíc speciální přilnavé rouno, které při kontaktu s dřevěnými krokvemi funguje podobně jako suchý zip.

Systém parobrzdy Isover VARIO® přispívá k omezení výměny vzduchu mezi vytápěným a nevytápěným prostorem, ovlivňuje celkovou energetickou bilanci budov. Maximálního využití proměnlivé difuzní propustnosti lze dosáhnout použitím vnitřního obložení s ekvivalentní difuzní tloušťkou s_e cca 2 m. Systém parobrzdy není vhodný pro budovy s vyšším vlhkosním zatížením. V těchto případech doporučujeme použití systému vhodné parozábrany po konzultaci s odborníkem v oblasti stavební fyziky. Při dodržení podmínek konstrukčního návrhu, realizace a ověření tepelných technickým výpočtem je životnost parobrzdy až 50 let. Ide o recyklovatelný materiál.

BALENÍ, TRANSPORT, SKLADOVÁNÍ

Isover VARIO® KM DUPLEX UV balena do roli délky 1,5 m. Během transportu nesmí dojít k mechanickému poškození výrobků, skladování v suchu.

PŘEDNOSTI

- přizpůsobivá ochrana proti vzdušné vlhkosti a kondenzátu
- proměnlivě difuzně propustná - propustnost pro vodní páru
- ekologická a hygienická nezávadnost
- spolu s těsnícími a lepicími páskami tvoří systém parozábrany
- snadná tvarovatelnost a přizpůsobivost v detailech
- zvyšují přilnavost k dřevěným konstrukcím díky přilnavému rounu

ROZMĚRY, IZOLAČNÍ VLASTNOSTI

Označení	Tloušťka (mm)	Rozměry (mm)	Balení v roli	Hmotnost (kg)
Isover VARIO® KM DUPLEX UV	cca 0,20	40 000 x 1 500	60 m ²	4,8

TECHNICKÉ PARAMETRY

Parametr	Jednotka	Hodnota	Norma
MECHANICKÉ VLASTNOSTI			
Tloušťka	mm	cca 0,20	ČSN EN 1849-2
Plošná hmotnost	g/m ²	cca 80	ČSN EN 1849-2
Pevnost v tahu	N	> 110 N/50 mm	ČSN EN 13984
Odolnost proti protřívání (dířka hřebíku)	N	> 50	ČSN TN 13984
PROTIPOŽÁRNÍ VLASTNOSTI			
Reakce na oheň	–	E	ČSN EN 13501-1
OSTATNÍ VLASTNOSTI			
Dynamická ekvivalentní difuzní tloušťka s_e	m	0,3 až 5	ČSN EN ISO 12572
Statická ekvivalentní difuzní tloušťka s_{e0}	m	2,04	ČSN TN 1931
Teplota použití	°C	-40 až +80	–
Odolnost proti UV záření	–	1 měsíc (< 55 MJ/m ²)	–

SOUVISEJÍCÍ DOKUMENTY

1. 1. 2016 Uvedené informace jsou platné v době vydání technického listu. Výrobce si vyhrazuje právo tyto údaje měnit.

Divize Isover
Saint-Gobain Construction Products CZ a.s.
Počernická 272/96, 108 03 Praha 10
e-mail: info@isover.cz, www.isover.cz

ISOVER
SAINT-GOBAIN

Nejširší nabídka tepelných, zvukových a protipožárních izolací

ROCKWOOL®

TEPELNÉ A PROTIPOŽÁRNÍ IZOLACE

VNITŘNÍ KONSTRUKCE

TECHNICKÝ LIST

TOPROCK SUPER VÍCEÚČELOVÝ TEPELNĚIZOLAČNÍ PÁS

• POPIS VÝROBKU

Měkký a lehký komprimovaný rolovaný pás z kamenné vlny (minerální vlny) poještě organickou pryskyřicí, v celém objemu hydrofobizovaný.

• OBLAST POUŽITÍ

Pás TOPROCK SUPER je určen pro stavební tepelné izolace vnitřních konstrukcí - stropů, podlah mezi trámy nebo polštáře, podhledů a dalších, kde nevznikají nároky na akustické vlastnosti a bez mechanického zatížení izolační vlny.

• VLASTNOSTI KAMENNÉ VLNY ROCKWOOL

Tepelně izolační schopnost; nehořlavost – ochrana proti šíření plamene a požáru; zvuková pohltivost; vodoodpudivost; odolnost proti vlhkosti – pás je v celém objemu hydrofobizovaný; paropropustnost; rozměrová stálost.

• BALENÍ

Pásky TOPROCK SUPER jsou svinuty do roli, komprimovány a baleny do polyetylénové fólie s označením výrobce a základními údaji o výrobku na štítku. Toto balení je určeno pro venkovní skladování. Palety se skladují v jedné vrstvě. ROCKWOOL, a.s. je zapojen do systému sdruženého pinění povinností zpětného odběru a využití odpadů z obalů „systém tříděného sběru v obcích EKO-KOM“.

ROZMĚRY, VÝROBNÍ SORTIMENT A BALENÍ							
Tloušťka (mm)	50	100	120	150	160	180	200
Šířka x délka pásu (mm)	1000 x 5000	1000 x 5000	1000 x 4500	1000 x 3500	1000 x 3000	1000 x 2500	1000 x 2500
m ² / role	5	5	4,5	3,5	3	2,5	2,5
Počet rolí/paleta	20	20	20	20	20	20	20
m ² / paleta	120	100	90	70	60	50	50

TECHNICKÉ PARAMETRY		
Vlastnost	Označení	Hodnota
Realizace na oheň dle ČSN EN 13801-1	—	A1
Deklarovaný součinitel tepelné vodivosti	λ_D	0,036 W.m ⁻¹ .K ⁻¹
Třída pro toleranci tloušťky	—	T2
Krátkodobá nasákavost	WS	≤ 1 kg.m ⁻²
Faktor difuzního odporu (μ)	MU	1
Zatížení stavby vlastní tloušťkou dle ČSN EN 12911-1	—	max. 0,392 kN.m ⁻²
Certifikát	1300-OPR-0363/13/P 1300-OPR-0364/13/P	
Systém řízení jakosti	ISO 9001:2008 - certifikát č. FM 50531	
Systém péče o životní prostředí	ISO 14001:2004 - certifikát č. EMS 570949 ISO 14001:2004 - certifikát č. CZ002200-1	
Norma	EN 13162, EN 13172	
Kód značení výrobku	MW-EN 13162-T2-WS-MU1	

Informace obsažené v tomto technickém listě vyjadřují o vlastnostech výrobků platných v době vydání. Vzhledem k neustálému vývoji materiálů může docházet ke změnám jejich vlastností. Pro aktuální informace kontaktujte obchodní zástupce.

ROCKWOOL, a. s.
Cihelni 759, 735 31 Bohumín
tel: +420 596 094 111, technické informace: 800 161 161
e-mail: info@rockwool.cz, www.rockwool.cz


PROHLAŠENÍ O VLASTNOSTECH DECLARATION OF PERFORMANCE		20000008	Strana 1/2 Page 1/2
1.	Jedinečný identifikační kód typu výrobku <i>Unique identification code of the product type:</i>	Ytong P2-400 / 300 mm	
2.	Typ, série nebo sériové číslo nebo jakýkoli jiný prvek umožňující identifikaci stavebního výrobku dle čl. 11 odst. 4: <i>Type, batch- or serial number or other marking for the identification of the construction product in accordance with Article 11 paragraph 4:</i>	CZ014054640012745 CZ024054640012745 CZ034054640012745	
3.	Určené použití nebo určená použití stavebního výrobku v souladu s příslušnou harmonizovanou technickou specifikací podle předpokladu výrobce: <i>Intended use or uses defined by the manufacturer of the construction product in accordance with the applicable technical specification:</i>	Pro zděné stěny, sloupky a příčky. <i>In walls, columns and partitions</i>	
4.	Jméno, firma nebo registrovaná obchodní známka a kontaktní adresa výrobce dle čl. 11, odst. 5: <i>Name, registered trade name or trade mark and contact address of the manufacturer in accordance with Article 11, paragraph 5:</i>	Xella CZ, s.r.o. Vodní 550, 664 62 Hrušovany u Brna Česká republika IČ: 64832988	
5.	Jméno a kontaktní adresa zplnomocněného zástupce podle čl. 12, odst. 2: <i>Name and contact address of the authorised representative, who is in charge for the tasks referred to in Article 12, paragraph 2:</i>	Xella Technologie- und Forschungsgesellschaft mbH Hohees Steinfeld 1 D-14797 Kloster – Lehnin Německo	
6.	Systém nebo systémy posuzování a ověřování stálosti vlastností výrobku, na který se vztahuje harmonizovaná norma dle přílohy V: <i>System or systems of assessment and verification of constancy of performance of the construction product in accordance with Annex V:</i>	System 2+ pro zděcí prvky kategorie I dle EN 771-4 <i>System 2+ on the basis of Category I in accordance with EN 771-4</i>	
7.	V případě prohlášení o vlastnostech týkajících se stavebního výrobku, na který se vztahuje harmonizovaná norma: <i>In case of the declaration of performance concerning a construction product covered by a harmonised standard:</i>	TZUS Praha, s.p., Prosecká 811/76a, 190 00 Praha 9, Česká republika, NB č. 1020 provedl počáteční inspekci v místě výroby a systému řízení výroby a vykonává průběžný dohled, posuzování a schvalování systému řízení výroby podle Systému 2+ a vydal následující: Certifikáty systému řízení výroby. <i>TZUS Praha, s.p., Prosecká 811/76a, 190 00 Praha 9, Czech Republic, NB Nr. 1020 has performed the initial inspection of the manufacturing, type tests and continuously surveys the factory production control as part of the CE-tours in accordance with System 2+ and issued the following: Certificates of conformity, Declaration of conformity.</i>	

PROHLÁŠENÍ O VLASTNOSTECH DECLARATION OF PERFORMANCE	20000008	Strana 2/2 Page 2/2
---	-----------------	------------------------

8.	V případě prohlášení o vlastnostech stavebního výrobku, na který se vztahuje Evropské Technické Osvědčení:	-
	<i>In case of the declaration of performance concerning a construction product with a European Technical Assessment:</i>	-

Deklarované vlastnosti <i>Declared performance</i>		Ytong P2-400 / 300 mm	
Rozměry <i>Dimensions</i>	délka, mm <i>length, mm</i>	599	
	šířka, mm <i>width, mm</i>	300	
	výška, mm <i>height, mm</i>	249	
Tolerance <i>Tolerances</i>	třída <i>class</i>	TLMB	
	rovinnost, mm <i>flatness, mm</i>	≤ 1,0	
	rovnoběžnost, mm <i>parallelism, mm</i>	≤ 1,0	
Tvar a uspořádání <i>Form and shape</i>	skupina 1 <i>group 1</i>	pravidelný tvar <i>regular shaped</i>	
9.	Průměrná pevnost v tlaku, N/mm ² <i>Average compressive strength, N/mm²</i>	2,6	
	Rozměrová stabilita: vlhkostní smrštění, mm/m <i>Dimensional stability: shrinkage, mm/m</i>	≤ 0,2	
	Přidrznost ve smyku, N/mm ² <i>Shear bond strength, N/mm²</i>	0,3	
	Pevnost v tahu za ohybu, N/mm ² <i>Flexural bond strength, N/mm²</i>	NPD	
	Reakce na oheň <i>Reaction to fire</i>	třída A1 <i>euroclass A1</i>	
	Nasákavost <i>Water absorption</i>	tvárnice musí být chráněna <i>not to be left exposed</i>	
	Propustnost vodních par <i>Water vapour permeability</i>	5 / 10	
	Objemová hmotnost v suchém stavu, kg/m ³ <i>Gross dry density, kg/m³</i>	375	
	Tepelná vodivost λ _{10,29} , W/(m.K) <i>Thermal conductivity λ_{10,29}, W/(m.K)</i>	0,096(P=50%)	
	Trvanlivost - mrazuvzdornost <i>Durability against freeze thaw</i>	tvárnice musí být chráněna <i>not to be left exposed</i>	
Nebezpečné látky <i>Dangerous substances</i>	Vyhovuje vyhlášce SUBJ č. 307/202 v platném znění		

EN 771-4: 2011

10.	Vlastnosti výrobku specifikovaného v bodech 1 a 2 jsou ve shodě s vlastnostmi uvedenými v bodě 9. Toto prohlášení o vlastnostech se vydává na výhradní odpovědnost výrobce uvedeného v bodě 4. Jménem výrobce podepsal	 Andreas Rähse, CTO Xella Eastern Europe
	<i>The performance of the product referring to paragraph 1 and 2 correspond to the declared performance at paragraph 9. This declaration of performance was issued under the sole responsibility of the manufacturer specified in paragraph 4. Signed on behalf of the manufacturer</i>	Hrušovany u Brna, 30.6.2013