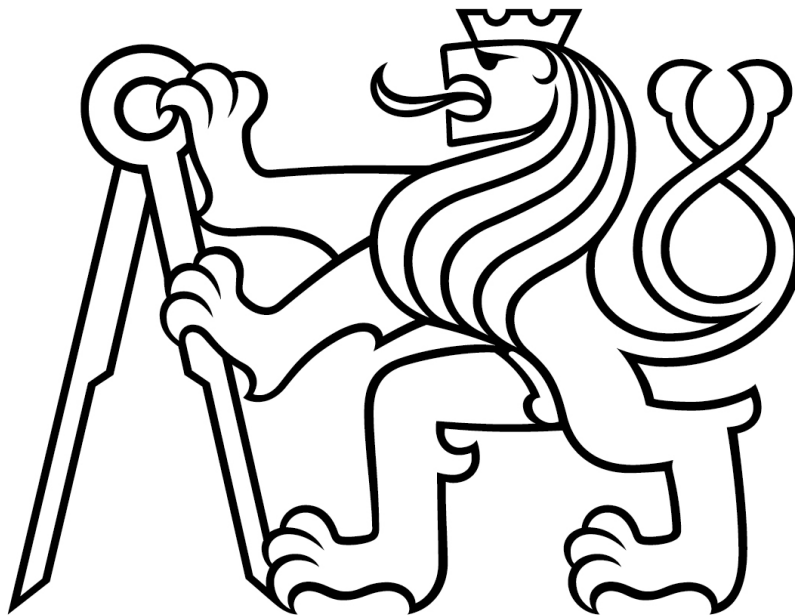


ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

STAVEBNÍ FAKULTA

Katedra konstrukcí pozemních staveb



DIPLOMOVÁ PRÁCE

REKONSTRUKCE BYTOVÉHO DOMU

PODLE PRINCIPŮ CIRKULÁRNÍ EKONOMIKY

REFURBISHMENT OF A RESIDENTIAL BUILDING

ACCORDING TO CIRCULAR ECONOMY PRINCIPLES

Studijní program: Budovy a prostředí
Studijní obor: Budovy a prostředí
Vedoucí práce: Ing. Martin Volf, Ph.D.
Vypracoval: Bc. Vojtěch Pražák

Praha 2019

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Thákurova 7, 166 29 Praha 6



ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Pražák Jméno: Vojtěch Osobní číslo: 438540
Zadávající katedra: Katedra konstrukcí pozemních staveb
Studijní program: Budovy a prostředí
Studijní obor: Budovy a prostředí

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: Rekonstrukce bytového domu podle principů cirkulární ekonomiky

Název diplomové práce anglicky: Refurbishment of a residential building according to circular economy principles

Pokyny pro vypracování:

Student ve své diplomové práci vypracuje:

1. analýzu možností rekonstrukce modelového objektu podle zásad cirkulární ekonomiky
2. navržení a výběr variant rekonstrukce
3. ověření realizovatelnost vybraných variant
4. základní environmentální posouzení vztahené k běžné praxi

Seznam doporučené literatury:

Jméno vedoucího diplomové práce: Ing. Martin Volf, Ph.D.

Datum zadání diplomové práce: 24.9.2019

Termín odevzdání diplomové práce: 5.1.2020

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

Podpis vedoucího práce

Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

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

24.9.2019

Datum převzetí zadání

Podpis studenta(ky)

SPECIFIKACE ZADÁNÍ

Jméno diplomanta: Vojtěch Pražák

Název diplomové práce: Rekonstrukce bytového domu podle principů cirkulární ekonomiky

Základní část: Environmentální vyhodnocení a základní stavebně konstrukční řešení rekonstrukce podíl: 100 %

Formulace úkolů: Zpracování řešerše vhodných přístupů pro cirkulární rekonstrukci. Definice variant rekonstrukce, jejich základní environmentální porovnání i vzhledem k obvyklému způsobu rekonstrukce.

Bude ověřena realizovatelnost vybraných variant a textová část bude doplněna základními výkresy.

Podpis vedoucího DP:

Datum: 12. 11. 2019

Případné další části diplomové práce (části a jejich podíl určí vedoucí DP):

2. Část: podíl: %

Konzultant (jméno, katedra):

Formulace úkolů:

Podpis konzultanta:

Datum:

3. Část: podíl: %

Konzultant (jméno, katedra):

Formulace úkolů:

Podpis konzultanta:

Datum:

4. Část: podíl: %

Konzultant (jméno, katedra):

Formulace úkolů:

Podpis konzultanta:

Datum:

Poznámka:

Zadání včetně vyplněných specifikací je nedílnou součástí diplomové práce a musí být přiloženo k odevzdané práci. (Vyplněné specifikace není nutné odevzdat na studijní oddělení spolu s 1. stranou zadání již ve 2. týdnu semestru)

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracoval samostatně a všechny použité prameny a literatura jsou uvedeny v seznamu citované literatury.

Nemám námitek proti použití tohoto školního díla ve smyslu §60 zákona č. 121/2000 sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon).

V..... dne

podpis

Poděkování

Rád bych poděkoval svému vedoucímu diplomové práce Ing. Martinu Volfovi, Ph.D. za vedení celé práce, za jeho věnovaný čas, připomínky a rady během konzultací.

Za poskytnuté materiály a ochotu při zodpovídání dotazů a umožnění průzkumu řešeného objektu děkuji Janu Doležalovi.

Velké poděkování patří také celé mé rodině, příteli a přátelům, kteří mne po celou dobu studia podporovali.

ANOTACE

Tématem této práce je rekonstrukce bytového domu podle principů cirkulární ekonomiky.

Motivací pro výběr tohoto tématu diplomové práce pro mě byla snaha ukázat některé progresivnější přístupy ve stavebnictví.

Lze očekávat, že tyto přístupy budou v budoucnosti častější.

Pro vybraný bytový dům byla zpracována studie rekonstrukce ve více variantách a tyto varianty jsou následně porovnávány zjednodušeným environmentálním posouzením.

Jedná se o teoretickou studii rekonstrukce BD zpracovanou na základě podkladů reálného objektu.

Velký důraz byl kladen na šetrný a ohleduplný přístup k našemu životnímu prostředí.

ABSTRACT

The topic of this thesis is refurbishment of a residential building according to circular economy principles.

The motivation for choosing this topic of the thesis was an attempt to demonstrate some progressive approaches in construction industry.

It is expected that these approaches will become more common in the future.

A refurbishment study has been projected in multiple variants which are then assessed according to several environmental criteria.

The thesis contains a theoretical study of refurbishment of a residential building that has been projected for an existing real building.

A lot of effort has been focused on a thoughtful and considerate approach according to preserving the environment.

OBSAH

OBSAH	7
1. ÚVOD.....	11
1.1 CÍL DIPLOMOVÉ PRÁCE	11
1.2 ÚVOD DO PROBLEMATIKY	11
1.3 MOTIVACE.....	11
2. VÝCHODISKA.....	12
2.1 ZMĚNY KLIMATU	12
2.1.1 PŘÍČINY ZMĚN KLIMATU	13
2.1.2 ROLE ČLOVĚKA.....	13
2.1.3 MOŽNÉ NÁSLEDKY	14
2.1.4 STRATEGIE VŮČI KLIMATICKÝM ZMĚNÁM	15
2.1.5 MEZINÁRODNÍ SNAHY V BOJI PROTI ZMĚNÁM KLIMATU	16
2.2 UDRŽITELNÝ ROZVOJ	17
2.2.1 DEFINICE UDRŽITELNÉHO ROZVOJE.....	17
2.2.2 PILÍŘE UDRŽITELNÉHO ROZVOJE.....	17
2.3 PROBLEMATIKA BUDOV A VÝSTAVBY	18
2.3.1 ODPAD.....	18
2.3.2 URBAN SPRAWL.....	20
2.3.3 BROWNFIELDY	21
2.3.4 TEPELNÉ OSTROVY	22
3. CIRKULÁRNÍ EKONOMIKA	23
3.1 POSUZOVÁNÍ ŽIVOTNÍHO CYKLU.....	23
3.1.1 FÁZE ŽIVOTNÍHO CYKLU	23
3.1.2 MOŽNÉ PŘÍSTUPY.....	24
3.1.3 ŽIVOTNÍ CYKLUS BUDOVY	24
3.1.4 ENVIRONMENTÁLNÍ PARAMETRY	25
3.2 DALŠÍ POJMY	26
3.2.1 UPCYCLING	26
3.2.2 DOWNCYCLING	26
3.2.3 FAKTOR ZVÝŠENÍ EFEKTIVITY VYUŽÍVÁNÍ ZDROJŮ	26
3.2.4 PRŮMYSL 4.0 / 5.0	27
3.2.5 SDÍLENÍ VS. VLASTNICTVÍ	27
3.2 TRADIČNÍ – LINEÁRNÍ POJETÍ EKONOMIKY	29
3.3 CIRKULÁRNÍ POJETÍ EKONOMIKY.....	29
3.4 POZITIVNÍ PŘÍKLADY	30

3.5 ZÁSADY CIRKULÁRNÍ EKONOMIKY	30
3.5.1 UPŘEDŇOSTŇOVÁNÍ OBNOVITELNÝCH ZDROJŮ	31
3.5.2 ZACHOVÁNÍ A VYUŽITÍ TOHO, CO UŽ BYLO VYROBENO	31
3.5.3 POUŽÍVÁNÍ ODPADU JAKO SUROVINY	31
3.5.4 ZMĚNA BUISNESS MODELU.....	31
3.5.5 NAVRHOVAT S OHLEDEM NA BUDOUCNOST	31
3.5.6 ZAHRNUTÍ DIGITÁLNÍCH TECHNOLOGIÍ.....	32
3.5.7 SPOLUPRÁCE RŮZNÝCH OBORŮ.....	32
3.6 SEDM PILÍŘŮ CIRKULÁRNÍ EKONOMIKY	32
3.6.1 MATERIÁLY	32
3.6.2 ENERGIE	33
3.6.3 VODA	33
3.6.4 BIODIVERSITA A EKOSYSTÉMY.....	33
3.6.5 KULTURA A SPOLEČNOST	33
3.6.6 ZDRAVÍ A WELLBEING.....	33
3.6.7 NEMATERIÁLNÍ HODNOTY.....	34
3.7 CO MŮŽE UDĚLAT/ZMĚNIT KAŽDÝ Z NÁS	34
4. REŠERŠE	35
4.1 BD DUBŇANY.....	35
5. STÁVAJÍCÍ STAV BD	37
5.1 INFO O OBJEKTU	37
5.1.1 UMÍSTĚNÍ.....	37
5.1.2 ZÁKLADNÍ INFO	38
5.1.3 DISPOZICE.....	39
5.2 POPIS STÁVAJÍCÍCH KONSTRUKCÍ	39
5.2.1 ZÁKLADY	39
5.2.2 SVISLÉ KONSTRUKCE	39
5.2.4 STŘECHA	40
5.2.5 SCHODIŠTĚ.....	41
5.2.6 VÝPLNĚ OTOVRŮ.....	41
5.2.7 SKLADBY PODLAH.....	42
5.3 POPIS STÁVAJÍCÍHO ŘEŠENÍ TZB	42
5.3.1 VYTÁPĚNÍ	42
5.3.2 VĚTRÁNÍ.....	42
5.3.3 PŘÍPRAVA TEPLÉ VODY	43
5.3.4 OSTATNÍ.....	43
5.4 TEPELNĚ IZOLAČNÍ HLEDISKO	43

6. NAVRHOVANÉ VARIANTY.....	45
6.1 DISPOZIČNÍ ZMĚNY	45
6.2 VÝČET JEDNOTLIVÝCH KONSTRUKCÍ.....	48
6.3 BILANCE MATERIÁLU	49
6.4 VARIANTY S BĚŽNÝMI MATERIÁLY	50
6.4.1 VARIANTA V.1.0	50
6.4.2 VARIANTA V.1.1	51
6.5 VARIANTY SE ŠETRNÝMI MATERIÁLY	53
6.5.1 VARIANTA V.2.0	53
6.5.2 VARIANTA V.2.1	54
6.6 VARIANTA „BĚŽNÉ“ REKONSTRUKCE.....	56
7. ENERGETICKÉ POSOUZENÍ.....	57
7.1 VOLBA HRANICE ZÓNY.....	57
7.1.1 SOUČASNÝ STAV.....	57
7.1.2 NAVRHOVANÝ STAV	57
7.2 TEPELNĚ TECHNICKÝ NÁVRH SKLADEB.....	58
7.3 DALŠÍ OPATŘENÍ.....	59
7.4 VÝSLEDKY PENB.....	59
7.4.1 PRŮM. SOUČINITEL PROSTUPU TEPLA OBÁLKOU BUDOVY ...	59
7.4.2 CELKOVÁ DODANÁ ENERGIE DO BUDOVY.....	60
7.4.3 NEOBNOVITELNÁ PRIMÁRNÍ ENERGIE.....	60
7.4.4 DÍLČÍ DODANÁ ENERGIE NA VYTÁPĚNÍ.....	60
7.4.5 DÍLČÍ DODANÁ ENERGIE NA VĚTRÁNÍ.....	60
7.4.5 POROVNÁNÍ ENERGIÍ.....	61
7.4.6 ZLEPŠENÍ	61
7.4.7 SHRNUTÍ	62
8. ENVIRONMENTÁLNÍ VYHODNOCENÍ.....	63
8.1 VSTUPNÍ PARAMETRY.....	63
8.2 ZKOUMANÉ ENV. INDIKÁTORY	63
8.3 REKAPITULACE VARIANT	63
8.4 REKAPITULACE KONSTRUKCÍ	64
8.5 VÝSLEDKY VZTAŽENÉ NA 1 m ² KONSTRUKCE	64
8.6 CELKOVÉ VÝSLEDKY	66
9. ROZŠÍŘENÉ ENVIRONMENTÁLNÍ POSOUZENÍ	69
9.1 NECIRKULÁRNÍ VARIANTY.....	69
9.2 CIRKULÁRNÍ VARIANTY	69
9.3 VÝSLEDKY POSOUZENÍ	70
9.4 GRAFICKÉ POROVNÁNÍ.....	71
9.5 KOMENTÁŘ VÝSLEDKŮ	74

10. „BĚŽNÁ“ VARIANTA REKONSTRUKCE	75
10.1 VÝSLEDKY POSOUZENÍ	75
10.2 POROVNÁNÍ HODNOT.....	77
10.3 KOMENTÁŘ VÝSLEDKŮ	78
11. SIMULACE PROVOZU BD	79
11.1 VYČÍSLENÍ ENERGIÍ	79
11.2 NÁROČNOST PROVOZU BD ZA 1 ROK.....	79
11.3 NÁROČNOST PROVOZU BD ZA 20 LET	80
11.4 CELKOVÉ VYČÍSLENÍ.....	80
11.5 GRAFICKÉ ZNÁZORNĚNÍ	80
12. KONCEPT TZB	82
12.1 ANALÝZA ENERGOZDROJŮ.....	82
12.1.1 POMĚRY DÍLČÍCH DODANÝCH ENERGIÍ DO BUDOVY	82
12.2 VYTÁPĚNÍ A OHŘEV TV	84
12.2.1 VÝMĚNA ZDROJE.....	84
12.2.2 VYUŽITÍ SOLÁRNÍHO SYSTÉMU.....	84
12.2.4 SHRNUTÍ	85
12.3 VZT	86
12.4 VYUŽITÍ ŠEDÉ ODPADNÍ VODY	86
12.5 OSVĚTLENÍ.....	86
13. POROVNÁNÍ.....	87
13.1 VSTUPNÍ HODNOTY.....	87
13.2 VLASTNÍ POROVNÁNÍ	88
13.3 INTERPRETACE VÝSLEDKŮ	88
14. DISKUZE VÝSLEDKŮ	90
14.1 SOUHRN DÍLČÍCH VÝSLEDKŮ.....	90
14.2 VYHODNOCENÍ CÍRKULARITY	91
15. ZÁVĚR	92
SEZNAM LITERATURY A PRAMENŮ	93
SEZNAM OBRÁZKŮ A GRAFŮ	98
SEZNAM TABULEK	101
SEZNAM PŘÍLOH	102

1. ÚVOD

1.1 CÍL DIPLOMOVÉ PRÁCE

Cílem mojí diplomové práce je především analýza možností rekonstrukce objektu BD podle zásad cirkulární ekonomiky, návržení a výběr variant rekonstrukce.

Dále potom ověření realizovatelnosti a základní environmentální posouzení vztažené k běžné praxi.

1.2 ÚVOD DO PROBLEMATIKY

Současná ekonomická a sociální vyspělost naší civilizace je do jisté míry vykoupená tím, že hospodářská činnost nebere velký ohled na životní prostředí. Při současném tempu spotřebovávání nerostného bohatství, intenzivního zemědělství a růstu celosvětové populace je zřejmé, že tento systém není do budoucna udržitelný.

Každý sektor našeho hospodářství bude muset projít strukturálními změnami, aby nedošlo k celkovému kolapsu a byla zachována důstojná životní úroveň pro každého obyvatele planety.

Stavebnictví jako jeden ze sektorů hospodářství je svojí činností velkou mírou zodpovědné za poškozování životního prostředí, znečištění, neúměrnou těžbu surovin a jejich plýtvání. Samo o sobě je součástí tohoto problému, ale může být také součástí jeho řešení.

1.3 MOTIVACE

Hlavní náplní mojí diplomové práce je zpracování rekonstrukce existujícího bytového domu s ohledem na zásady cirkulární ekonomiky. Mojí motivací je reagovat pružně na současný stav životního prostředí a poukázat na nějaké méně konveční přístupy při rekonstrukcích, které nejsou při běžně probíhajících přestavbách časté.

Jsem si vědom toho, že v lidském chování hraje velkou roli setrvačnost a nechť k tomu věci měnit. To, co je známé a zažité, mívá tendenci být označováno jako to správné.

Rád bych proto objektivně zjistil, jestli se lze při rekonstrukcích vydat alternativní cestou, při které bude kladen důraz na všechny pilíře udržitelného rozvoje a nebude docházet k nadbytečnému plýtvání surovinami a znečišťování životního prostředí.

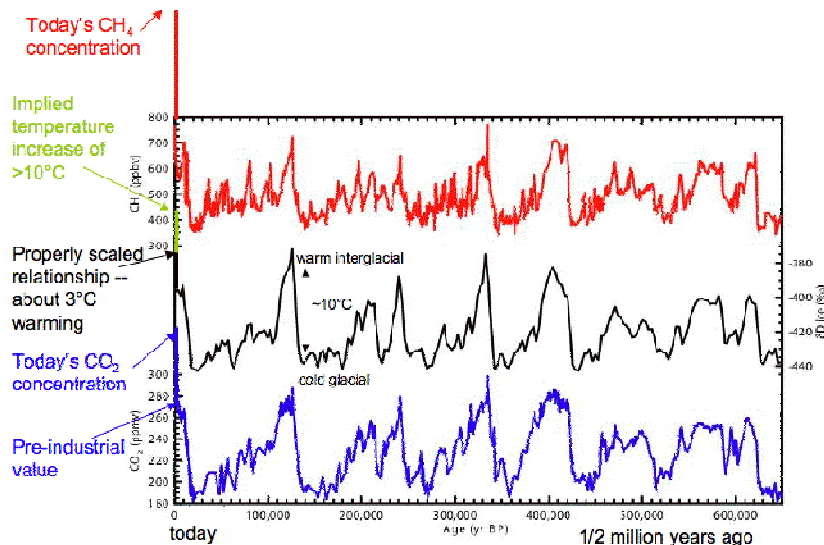
2. VÝCHODISKA

2.1 ZMĚNY KLIMATU

Je zcela nezpochybnitelné, že se klima na naší planetě postupně vyvíjí. Mění se teplota a vlhkost vzduchu, proudění větru, směr mořských proudů, intenzita dopadajícího slunečního záření a zemský povrch apod.

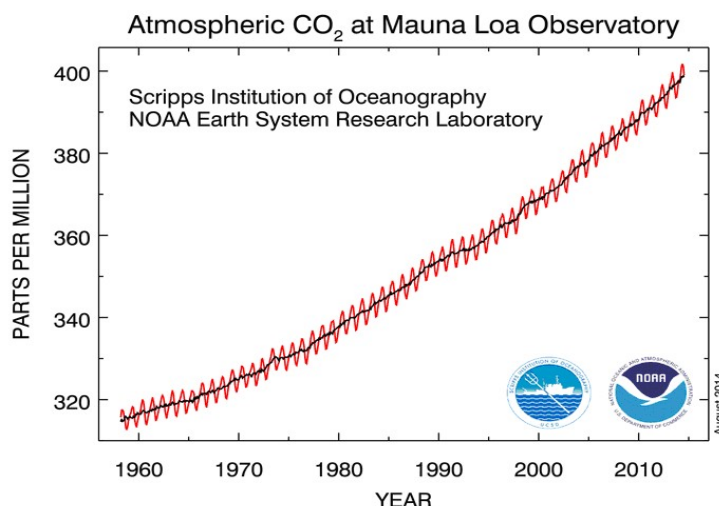
Řada těchto změn se periodicky opakuje v cyklech. Patrné to je z následujícího grafu, zobrazujícího korelaci vývoje průměrné teploty vzduchu a koncentrace CO_2 v atmosféře.

Z dalšího grafu je patrný prudký nárůst koncentrace CO_2 v atmosféře za posledních několik desítek let. Jedná se o měření prováděná vědcem Charlesem Davidem Keelingem na Havajských ostrovech od roku 1958.



Methane, temperature (from hydrogen isotope ratios ("δD") and **carbon dioxide** from the Dome C Ice core. (EPICA Project members, 2006).

Obr. 1 Vývoj teploty na Zemi a koncentrace CO_2 [1]



Obr. 2 Záznamy měření koncentrace CO_2 (tzv. Keelingova křivka) [2]

Již od roku 1859 je znám fakt, že určitá část zemské atmosféry působí skleníkovým efektem a ovlivňuje tak průměrnou teplotu vzduchu. Jedná se především o oxid uhličitý, vodní páru, metan a další. Na rozdíl od kyslíku jsou tyto plyny schopné absorbovat infračervené záření a způsobit oteplení. Výzkum byl proveden profesorem fyziky Johnem Tyndallem a poprvé byla vznesena obava z možných změn podnebí na planetě, pokud poroste koncentrace CO₂. [2]

2.1.1 PŘÍČINY ZMĚN KLIMATU

Ke změně klimatu na Zemi dochází z mnoha odlišných důvodů, které se liší délkou svého působení.

Z dlouhodobých příčin hraje velkou roli chladnutí Země a snižování rozpadu radioaktivních prvků. Ze střednědobého hlediska hrají roli Milankovičovy sluneční cykly, z krátkodobého hlediska spíše vulkanismus a lidská činnost. Z velmi krátkodobých změn se uplatňují malé vulkanické erupce, změny ve slunečním cyklu či rozsáhlé požáry vegetace. [3]

Historicky se například střídaly doby ledové a meziledové, docházelo k masivnímu vymírání druhů nebo změnám typů vegetace.

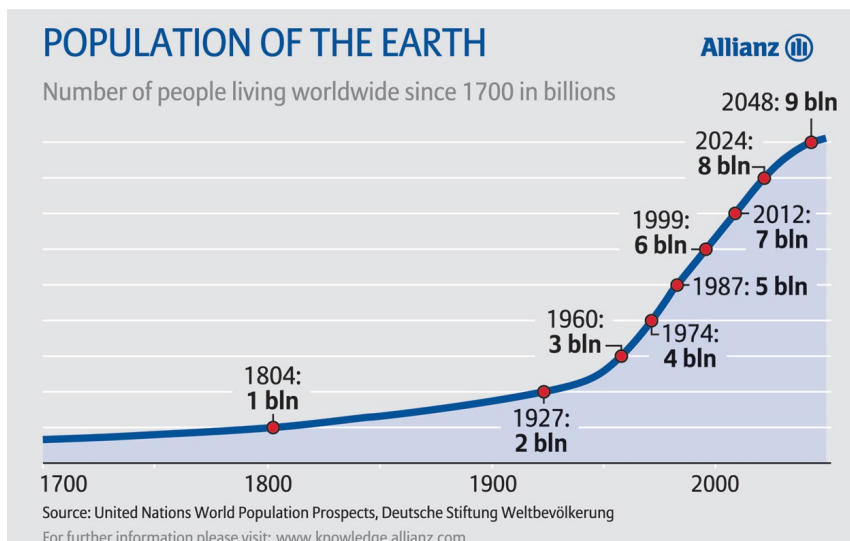
2.1.2 ROLE ČLOVĚKA

I přese všechny přírodní faktory, způsobující změnu klimatu, jsou role člověka a jeho působení na současné klimatické změny nezpochybnitelné. Lidstvo od počátku průmyslové éry nejenom zlepšilo kvalitu svého života, ale také zapříčinilo nárůst koncentrace CO₂ v atmosféře.

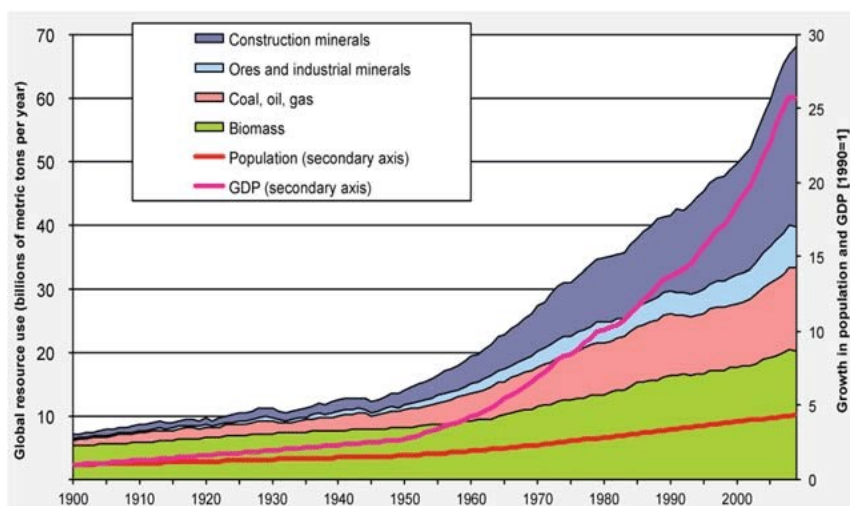
V preindustriální éře dosahovala průměrná koncentrace CO₂ hodnoty zhruba 280 ppm, v roce 1958 z měření na Havajské Mauna Loa již 315 ppm. Hranice 400 ppm bylo dosaženo roku 2015 a v roce 2018 se tato hodnota zvýšila na 407,4 ppm. Při současné spotřebě fosilních paliv a růstu celosvětové populace by mohlo být teoreticky dosaženo hranice 900 ppm. [4]

Vzestup koncentrace CO₂ v atmosféře se projevil také pokles pH mořské vody. CO₂ se totiž v mořské vodě rozpouští a způsobuje tím její okyselení. Hodnota pH mořské vody klesla od počátku průmyslové éry z 8,21 na 8,10, což představuje zvýšení kyselosti o 30 %. [4] Okyselení a oteplení mořské vody má přitom výrazně negativní vliv na život v ní.

Výrazným urychlujícím faktorem a rizikem je také tempo růstu celosvětové populace a spotřeba surovin a výrobků. Země třetího světa se stávají bohatšími a přirozeně usilují o zvýšení životní úrovně svých obyvatel. Z obrázků 3 a 4 je patrný růst celosvětové populace a prudký nárůst spotřeby surovin.



Obr. 3: Vývoj velikosti lidské populace na Zemi [5]



Obr. 4: Nárůst spotřeby surovin v porovnání s velikostí populace [6]

Alarmující je také znečištění atmosféry jinými polutanty, jmenovitě oxidem siřičitým, oxidy dusíku, prachovými částicemi nebo znečištění podzemních či povrchových vod. Dochází též k narušování ekosystémů odlesňováním nebo intenzivním zemědělstvím.

2.1.3 MOŽNÉ NÁSLEDKY

Mezi přímé následky klimatických změn můžeme zahrnout změny teploty atmosféry a oceánů, tání ledovců, změnu typu vegetace a zvýšení hladiny moře - mezi roky 1900 a 2016 se hladina moře zvedla o 16-21cm. [3]

Odtáváním ledovců se zvyšuje procentní podíl povrchu Země s vyšší emisivitou a tím se oteplování jenom urychluje.

„Změny v četnosti a intenzitě extrémních jevů, jako jsou například vysoké teploty, sucho, přívalové deště, povodně a intenzivní

tropické cyklony, byly pozorovány v posledních dekáдах. Jejich důsledky bývají často ničivé.“ [7]

Fyzikálně lze tyto jevy vysvětlit tím, že teplejší vzduch do sebe pojme více vlhkosti a hrozí tedy vyšší riziko přívalových srážek.

S narůstajícími výkyvy počasí také bude přibývat množství lidí postižených nějakou přírodní katastrofou. To je z části způsobeno také tím, že lidí na planetě přibývá.

V ČR kombinace vyšších teplot a nižší úhrn srážek zvyšuje riziko invazí rostlinných a živočišných druhů a masivní úhyn vegetačního porostu. Až 70 % dřevin trpí vodním stresem. [7]

„Posledních 8 let spadá mezi 10 nejteplejších v historii měření ČHMÚ.... Celoročně se však vlivem vyšší celkové teploty zvyšuje reálný výpar a dostupné vláhy v lesních ekosystémech výrazně ubývá. Důsledkem je zvyšování sucha a tím zvyšování stresových faktorů pro lesní dřeviny. Souběžný efekt těchto vlivů způsobuje snižování vitality lesních porostů a zvláště náchylnou dřevinou je pak smrk ztepilý.“ [8]

Celosvětově však sucho a zvýšení teplot mohou způsobit závažnější důsledky. Neúroda, nedostatek pitné vody nebo zhoršení její kvality mohou být v kritických oblastech vážným ohrožením pro místní komunity. V krajních případech tyto problémy mohou přerůst až ve válečný konflikt nebo masový exodus obyvatel do jiných, méně zasažených oblastí.

2.1.4 STRATEGIE VŮČI KLIMATICKÝM ZMĚNÁM

V kontextu strategií a přístupů vůči změnám klimatu rozeznáváme tzv. mitigaci, adaptaci a resilienci.

Mitigace představuje zmírňování faktorů způsobující klimatickou změnu. Řadí se sem například zefektivnění využití energie, získávání energie z obnovitelných zdrojů, snižování emisí v dopravě a průmyslu nebo zateplování budov. [9]

Adaptací rozumíme přizpůsobení se již probíhajícím změnám klimatu a jeho dopadům. V některých změnách lze spatřovat příležitosti. V Českém prostředí byla vládou roku 2015 schválena „Strategie přizpůsobení se změně klimatu v podmínkách ČR“, která poukazuje na odvětví, které souvisejí se změnou klimatu, poukazuje na jejich nedostatky a navrhuje adaptační strategie. [9],[10]

„Resilience je schopnost systému vyrovnat se změnou a pokračovat v rozvoji. Resilientní systém je schopen využít otřesy a zvraty (jako je například klimatická změna) k podnícení inovativního myšlení, které mu umožní obnovu a další rozvoj. Systémem můžeme rozumět jednotlivce, obec, komunitu nebo třeba ekosystém či celou ekonomiku.“ [9]

Při resilienci se klade velký důraz na předvídání možných negativních dopadů a snahu se jim vyhnout. Například tím, že jako společnost nebudeme stát proti přírodě, ale v části svých požadavků ustoupíme a přizpůsobíme se. Velkou roli by také měl hrát aktivní přístup občanů a komunit. Pozitivním příkladem může být obnovení části New Orleans po hurikánu Cathrine, kdy několik měsíců po katastrofě bylo vietnamskou komunitou obnoveno 70 ze 75 obchodů a 90 % obyvatel se vrátilo zpět to své komunity. [11]

2.1.5 MEZINÁRODNÍ SNAHY V BOJI PROTI ZMĚNÁM KLIMATU

Za první z významných počinů ve snaze šíření informací o možných problémech v oblasti budoucího rozvoje našeho hospodářství a společnosti lze považovat knihu Meze růstu vydanou Římským klubem roku 1972. Kniha sloužila jako podklad pro další konference, například ve Stockholmu nebo Rio de Janeiro a obsahovala počítačovou simulaci exponenciálního ekonomického a populačního růstu s limitovanými zdroji. [12]

Tato kniha byla zmíněna i na 21. plenárním zasedání OSN ve Stockholmu a tím se stala „prvním dokumentem mezinárodního významu, který přiznává lidstvu právo na zdravé životní prostředí. Deklarace je zároveň základním dokumentem pro další vývoj mezinárodního práva a dalších aktivit v oblasti životního prostředí.“ [13]

Dalším významným dokumentem je studie norské ministerské předsedkyně Gro Harlem Brundtlandové, Naše společná budoucnost, vydaná roku 1987. V ní se poprvé objevuje definice udržitelného rozvoje. Ten je zde definován jako „takový rozvoj, který naplňuje potřeby přítomných generací, aniž by ohrozil schopnost budoucích generací naplňovat potřeby své.“ [14]

Agenda 21 je pak dokument, schválený Organizací spojených národů na Konferenci OSN o životním prostředí a rozvoji roku 1992 v Rio de Janeiro a obsahuje obecné principy udržitelného rozvoje. Tvrdí, že spousta problémů má řešení na regionální bázi a daří se ji implementovat do českého legislativního systému. [15]

O 20 let později opět v Rio de Janeiro začíná další důležitý počin v této oblasti. Koná se další konference, která nakonec vyústí v sedmnáct Cílů udržitelného rozvoje. Klade se v nich důraz především na sociální aspekty vývoje jako je chudoba, hlad, přístup ke vzdělání, gender, apod. [16]

V neposlední řadě je nutné zmínit Pařížskou dohodu a její závěry z roku 2015. Státy napříč světem se společně dohodly na tom, že omezí globální oteplování pod úroveň 2 °C, oproti hodnotám před průmyslovou revolucí, v ideálním případě i pod úroveň 1,5 °C. Bude uplatněn princip „společné, ale rozdílné odpovědnosti a rozdílných možností“. EU se zavázala, že do roku 2030 sníží emise skleníkových plynů minimálně o 40 % oproti roku 1990, zvýší energetickou účinnost o 27 % a zvýší podíl obnovitelných zdrojů energie, tak že budou pokrývat 27 % spotřeby. [17]

Cílem EU je také dosáhnout do roku 2050 tzv. „nízkouhlíkové ekonomiky“

V současnosti rezonuje veřejností Klimatický summit OSN, konaný v září 2019 v New Yorku, kde se svými projevy vystoupila i Greta Thunbergová, německá kancléřka Angela Merkelová nebo slovenská prezidentka Zuzana Čaputová. Českou stranu reprezentoval premiér Andrej Babiš, který nevystoupil s tím, že „přijel hlavně na Valné shromáždění OSN a globální problémy nejsou jen klima.“ [18]

2.2 UDRŽITELNÝ ROZVOJ

2.2.1 DEFINICE UDRŽITELNÉHO ROZVOJE

Pojem udržitelný rozvoj byl zmíněn již několikrát. Jedná se o klíčové slovní spojení a v českém prostředí je definováno i Zákonem o životním prostředí č. 17/1992 Sb. §6 jako „...takový rozvoj, který současným i budoucím generacím zachovává možnost uspokojovat jejich základní potřeby a přitom nesnižuje rozmanitost přírody a zachovává přirozené funkce ekosystému“ [19]

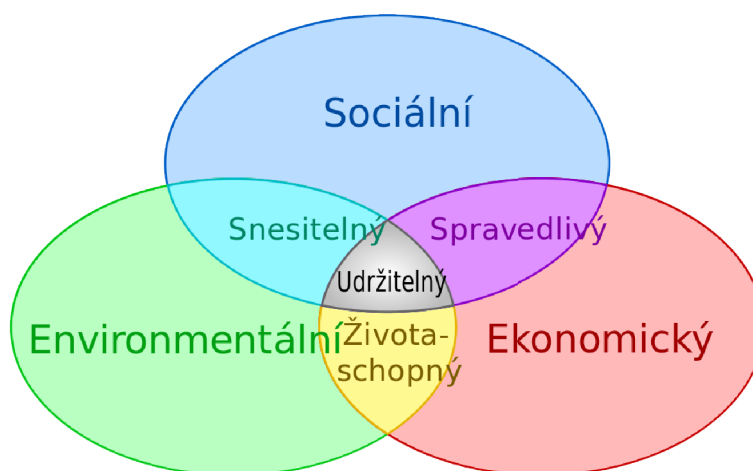
Jeden z předních českých ekologů Josef Vavroušek definuje udržitelný rozvoj o něco poetičtěji jako „takový způsob života, který se přibližuje ideálům humanismu a harmonie vztahů mezi člověkem a přírodou, a to v časově neomezeném horizontu. Je založen na vědomí odpovědnosti vůči dnešním i budoucím generacím a na úctě k živé i neživé přírodě.“ [20]

2.2.2 PILÍŘE UDRŽITELNÉHO ROZVOJE

Udržitelný rozvoj byl poprvé definován ve zprávě Gro Harlem Brundtlandové Naše Společná budoucnost a stojí na třech pilířích. Jimi jsou pilíř ekonomický, environmentální a sociální. Dalšími možnými pilíři by mohly být i pilíře politické, technické, funkční apod.

Ekonomický pilíř zkoumá náklady životního cyklu, možnost lokálních zdrojů surovin, externality apod. Současný typ hospodářství na něj dává relativně velký důraz. [21]

Environmentální pilíř řeší dopady hospodářské činnosti na ekosystémy. Chrání přitom životní prostředí a biodiverzitu. [21]



Obr. 5: znázornění třech pilířů udržitelného rozvoje [21]

Sociální pilíř se zabývá rozdíly mezi životní úrovní a příležitostmi v životech jednotlivců a společenských skupin. Projevuje se jako snaha bojovat proti chudobě, nevzdělanosti, hladu, nedůstojným životním podmínkám, náboženským či rasovým předsudkům apod. [21]

Pokud má být rozvoj trvale udržitelný, tak musí být všechny pilíře ve vzájemném souladu. Musí být také brány v úvahu potřeby příštích generací.

2.3 PROBLEMATIKA BUDOV A VÝSTAVBY

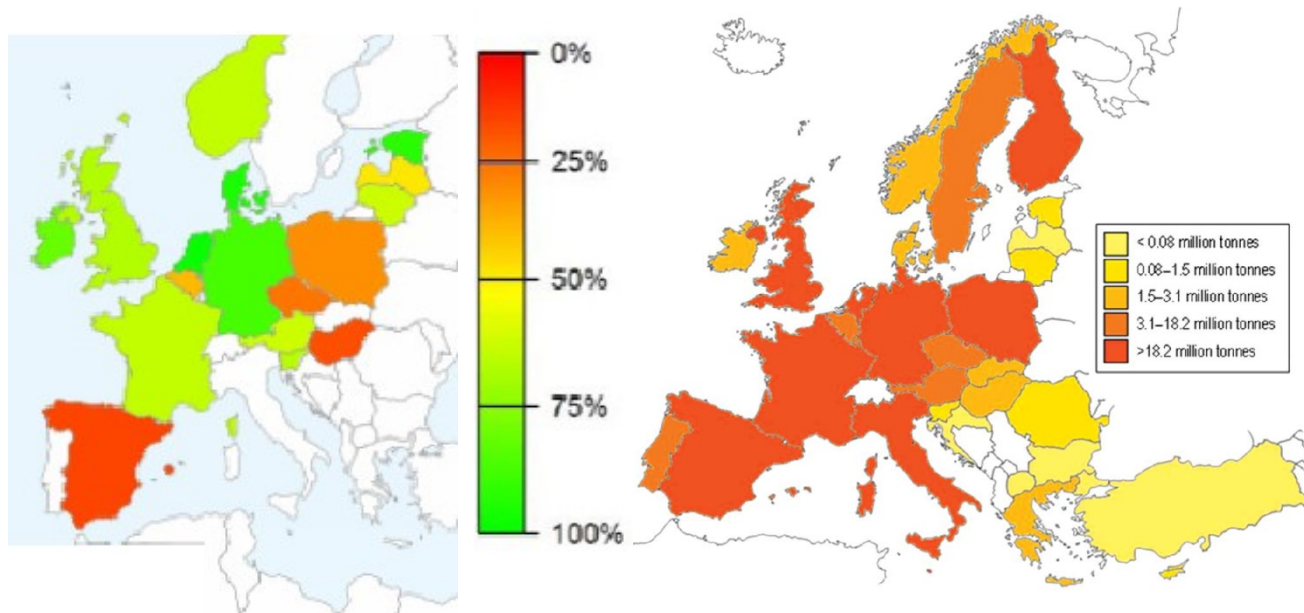
Budovy na svůj provoz a výstavbu spotřebovávají velké množství energie i přírodních zdrojů. Jsou také významným zdrojem znečištění životního prostředí, zdrojem unikajícího tepla a produkuje se při jejich provozu či výstavbě velké množství odpadu.

Stavebnictví jako odvětví spotřebovává až 50 % všech surovin, produkuje 40 % CO₂ a spotřebovuje cca 36 % veškeré energie. [22]

Stavebnictví se přitom podílí zhruba 10 % na tvorbě HDP [23], přičemž postupně klesá od roku 2008 z tehdejších 14,8 % [24] a zaměstnává cca 7 % průběšchopného obyvatelstva. [25]

2.3.1 ODPAD

„Odpady ze stavebních materiálů jsou zdrojem 25% všech vznikajících odpadů. Přičemž v EU vzniká 850 milionů tun stavebního a demoličního odpadu“ [23]

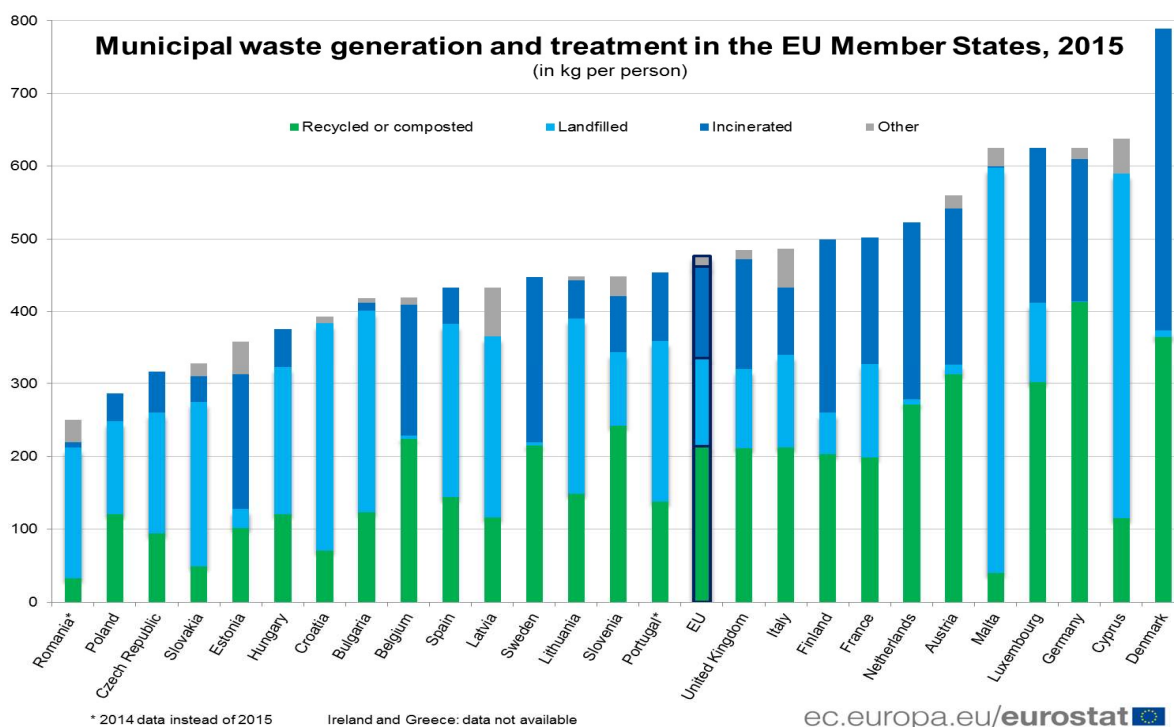


Obr. 6: Míra recyklace stavebního a demoličního odpadu [26]

Obr. 7: Množství vyprodukovaného stavebního a demoličního odpadu [27]

Z obrázků jasně vyplývá, že bohatší země Evropy produkují víc stavebního odpadu než ty méně rozvinuté. Část z nich (Německo, Nizozemí, Dánsko,...) ale tento negativní fakt kompenzuje vysokou mírou recyklace stavebního a demoličního odpadu.

Obdobný jev můžeme pozorovat i u komunálního odpadu. Bohatší státy produkují velké množství komunálního odpadu jako třeba Dánsko (789 kg/os.rok) nebo Německo či Lucembursko (cca 600 kg/os.rok). Velká část odpadu je ale v těchto zemích recyklována, kompostována nebo spálena ve spalovnách. V méně rozvinutých zemích se produkce odpadu sice pohybuje kolem nižších hodnot 300-400 kg/os.rok, ale převážná většina odpadu je odvážena na skládky. [28]



Obr. 8: Množství vyprodukovaného komunálního odpadu na osobu a rok dle členských zemí EU a následné nakládání s ním [28]

Pozitivním faktem je, že Česká republika je v produkci komunálního odpadu na konci evropských statistik, při čemž zde dochází k úspěšnému třídění odpadu. V roce 2018 každý Čech průměrně vytřídil až 49 kg odpadu a aktivně se třídění odpadu účastní až 73 % populace. [29]

Bylo by vhodné se tímto pozitivním příkladem inspirovat i při nakládání se stavebním a demoličním odpadem, čímž by nepochybně došlo ke snížení poptávky po množství nových surovin a materiálů a zároveň by nedocházelo v takové míře k ukládání stavební suti na skládky v otevřené krajině, záborům půdy a rizikům kontaminace půdy a spodních vod.

2.3.2 URBAN SPRAWL

Celosvětově zaujímají města pouze 3 % rozlohy zemského povrchu, ale spotřebuje se v nich až 75 % veškerých zdrojů a jsou zodpovědná za 60-80 % stopy skleníkových plynů. Úroveň urbanizace (množství lidí žijících ve městech) v současnosti dosahuje hodnoty 54 % a do roku 2025 se očekává zvýšení až na 60 %. [22]

Je tedy patrné, že s trochou nadsázky budoucnost patří městům. Otázkou však zůstává, jakým způsobem se daná města promění, aby pojala tak velký přírůstek obyvatel.

Již na dnešních městech pozorujeme negativní jev – tzv. urban sprawl neboli „sídelní kaši“. Jedná se o všeobecně známý urbanistický pojem, označující prorůstání města do okolní krajiny ne příliš kvalitní a koncepčně plánovanou zástavbou. Často jí chybí nějaká důmyslnější urbanistická struktura, sídlo se rozrůstá aditivně, převažuje jedna funkce bydlení – převážně rodinné a řadové domy, chybí občanská vybavenost, školy, školky, pracovní příležitosti.

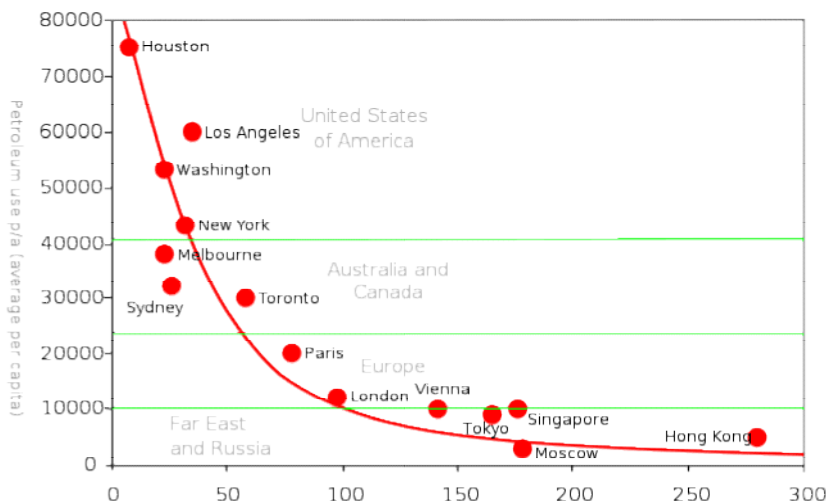
V takovýchto lokalitách se kvůli nízké hustotě zalidnění často ani nevyplatí hromadná doprava a obyvatelé těchto čtvrtí jsou odkázáni na individuální automobilovou dopravu.

Tyto čtvrti pak postrádají jakoukoliv identitu, těžko se v nich dá z pohledu chodce orientovat. Chybí místa pro aktivní trávení volného času, obyvatelé jsou nuceni za zábavou, prací či vzděláním cestovat do spádových center.

Vysvětlením vzniku těchto čtvrtí může být touha střední třídy po vyšším společenském statusu, projevující se jako potřeba vlastního individuálního bydlení. Na okrajích měst či v blízkých venkovských lokalitách se ceny pozemků pohybují na relativně nízké hladině a lidé si tedy mohou dovolit investovat do většího pozemku. To dále jen vede menší hustotě zástavby a umocnění výše zmíněných problémů.

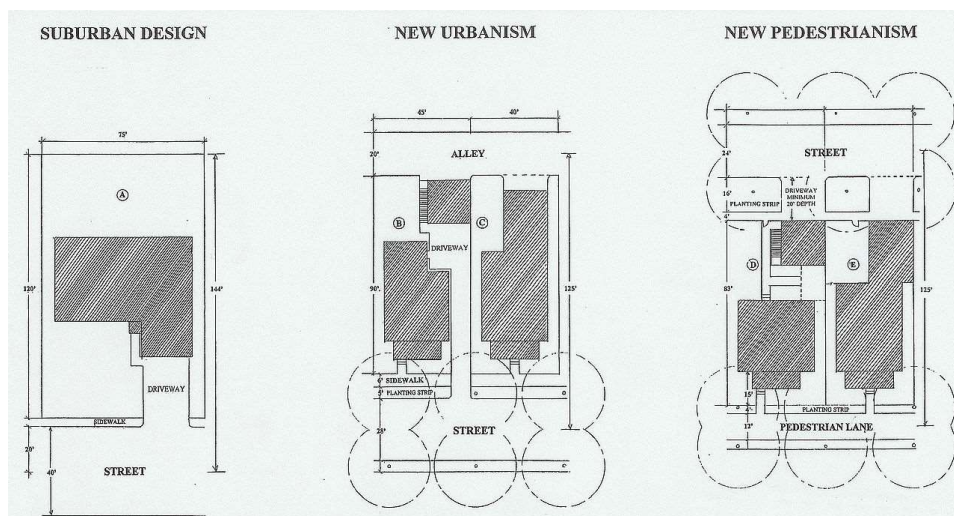
Z českého prostředí známe fenomén „urban sprawl“ v podobě satelitních městeček, vyrůstajících od 90. let v okolí českých měst. Nová zástavba často postrádá jakýkoliv architektonický výraz, vzniká na zelené louce a zabírá nadměrné množství zemědělsky využitelné půdy. Časté jsou i přízemní bungalovy, které výrazně snižují velikost nezastavěné plochy pozemku.

Za jeho počátek bychom měli však považovat spíše fenomén amerických předměstí. V poválečném americkém prostředí docházelo k bouřlivému vývoji a vznikají takzvané „suburbs“ – rozsáhlá předměstí velkých amerických měst. Nízké ceny benzínu umožňovali a dodnes umožňují cestovat na velké vzdálenosti. Velké plochy území byly věnovány dopravě jako páteřní dálnice, široké ulice bez chodníků pro auta a nadměrně velké příjezdové cesty u každého domu, sloužící k parkování minimálně 2 vozidel.



Obr. 9: Graf zobrazující jednotlivá města podle hustoty obyvatel a spotřeby benzínu na jednoho obyvatele [30]

V reakci na ropnou krizi v roce 1973 si však široká veřejnost začala uvědomovat, že současná podoba výstavby je neudržitelná a již počátkem 80. let se objevují nové způsoby urbanistického pojetí předměstí – tzv. „New Urbanism“ a v 90. letech z něho vycházející, ekologičtější zaměřený „New Pedestrianism“. [31]



Obr. 10: Ukázka urbanistického pojetí výseku amerického předměstí dle různých typů plánování [31]

2.3.3 BROWNFIELDY

Jedná se o území, která byla v minulosti intenzivně využívána např. průmyslem, armádou, zemědělstvím nebo dopravou, ale pod tíhou socioekonomických změn byla opuštěna. Nachází se často v dobrých lokalitách poblíž center měst. Často jsou dobře dopravně obsloužená, zasíťovaná a jejich lokalita skrývá velký potenciál dalšího rozvoje. Vytvářejí tzv. plošné rezervy sídel. Negativem brownfieldů může být ekologická zátěž kontaminací, rozpadající se stavby, sociální rizika apod. [32]

2.3.4 TEPELNÉ OSTROVY

„Městský tepelný ostrov (též tepelný ostrov města nebo tepelný ostrůvek) je městská zástavba, která vykazuje znatelně vyšších teplot než její okolí. Teplotní rozdíly jsou větší v noci než ve dne a v zimě než v létě a jsou nejvýraznější při slabém větru či bezvětrí.“ [33]

Ve městech je obecně velká část povrchu tvořená zpevněnými povrchy typu beton, asfalt, dlažba apod., které do sebe akumulují teplo. Beton disponuje velkou tepelnou kapacitou, asfalt zase velkou pohltivostí záření. Zelené plochy jsou v městské krajině zastoupeny zpravidla v menší míře. Obecně je prokázáno, že zeleň dokáže zmírnit efekt městských ostrovů, ať už se jedná o zelené střechy, fasády nebo zeleň v ulicích. Dopadající sluneční záření přemění svojí energii z části na odpar vody z vegetace a nedochází tak ke zvyšování teploty.

Nedostatek chladného vzduchu během tropických letních nocí má negativní dopad na život ve městě během období letních veder. Ztěžuje tím možnost větrání v noci a nočního předchlazování budovy.

Tento fenomén byl poprvé popsán po roce 1810 Lukem Howardem na příkladu Londýna, kde bylo měřením zjištěno, že zastavěné centrum Londýna vykazuje o 2,1 °C vyšší teploty než okolní venkovská krajina. [34]

Dle meteorologů může tento teplotní rozdíl činit v Praze až 2,5 °C, v průměru však 2 °C. Do roku 2025 by však tento rozdíl mohl být i třístupňový. Postižena jsou i ostatní velká města ČR jako Olomouc, Brno, Ostrava nebo Plzeň. [35]

Tepelné ostrovy nezpůsobují jen vzestup teploty v městském prostředí, ale také změny v proudění vzduchu, vlhkosti, četnosti a množství srážek, výskytu bouřek apod. [34]

Jako mitigační strategie se dá proti těmto jevům bojovat zvýšeným podílem zeleně ve městech v podobě uliční zeleně, zelených střech, fasád nebo zelených parkovišť. Dále je vhodné využívat povrchy s velkou odrazivostí (lesklé materiály) nebo povrchy s nízkou emisivitou (světlé barvy).

3. CIRKULÁRNÍ EKONOMIKA

Dle definice Institutu cirkulární ekonomiky je „cirkulární ekonomika strategie udržitelného rozvoje, která vytváří funkční a zdravé vztahy mezi přírodou a lidskou společností.“ [36]

Cirkulární ekonomika neboli oběhové hospodářství vzniká do jisté míry jako reakce na klasické lineární pojetí ekonomiky a snaží se napravovat její chyby a nedostatky.

Stále více a více se objevují snahy aplikovat zásady cirkulární ekonomiky do našeho hospodářství. Tyto tendence jsou patrné i v odvětví stavební činnosti a vykazují vzestupnou tendenci.

Pro úplné pochopení pojmů lineární a cirkulární ekonomiky a rozdílů mezi nimi je nutné osvětlit některé základní pojmy o životním cyklu.

3.1 POSUZOVÁNÍ ŽIVOTNÍHO CYKLU

Jedná se o metodu, kdy pomocí určitých parametrů posuzujeme vliv daného výrobku či služby na životní prostředí. [37] Často se setkáme i s třípísmenným označením LCA z anglického Life Cycle Assessment.

Má všestranné upotřebení jak pro výrobce daného produktu, tak i pro konečného uživatele. Výrobce může data z LCA použít pro zlepšování výrobků, optimalizaci výrobního procesu, snížení množství surovin či energie vstupující do procesu. Dále lze pak data použít k propagaci daného produktu, například ve formě environmentálního značení výrobku. To může následně sloužit i jako jeden z faktorů, dle kterých se zákazníci rozhodují pro koupi daného produktu.

V úvahu bere procesy od těžby nerostných surovin přes dopravu, výrobu, užití až ke konečnému zpracování jako odpadu a zohledňuje energetické a surovinové náklady a dopad na životní prostředí pro každý z nich. Důležité jsou zejména emise do ovzduší, vody i půdy a spotřeba energie a materiálů. [37]

Ve své diplomové práci používám pro environmentální posouzení v kapitole 8 zjednodušené posuzování životního cyklu založenou na metodice SBToolCZ.

3.1.1 FÁZE ŽIVOTNÍHO CYKLU

Fázemi životního cyklu se rozumí těžba nerostných surovin, jejich doprava, výroba konkrétního produktu, užívání, případná recyklace, znovu využití a konečná fáze ve formě odpadu. [37]

3.1.2 MOŽNÉ PŘÍSTUPY

Při hodnocení LCA záleží, z jakého hlediska se na danou problematiku budeme dívat a jak dlouhou část existence výrobku chceme při hodnocení zachytit.

Rozlišujeme následující možné přístupy:

- Cradle to gate – zabývá se pouze výrobou produktu
- Cradle to site – zabývá se výrobou produktu a jeho dopravou
- Cradle to installation – zabývá se výrobou produktu, jeho dopravou a zabudováním
- Cradle to grave – zachycuje i konečnou fázi životního cyklu, např. dopravu a uložení na skládku
- Cradle to cradle - nejprogresivnější přístup, postihující nejen výrobu výrobku, dopravu na místo, zabudování, fázi užívání, fázi oprav, ale i případné znovu využití při výrobě dalšího výrobku. [23]

Tento přístup zachycuje všechny fáze životního cyklu produktu a je nezbytnou podmínkou pro správně fungující cirkulární ekonomiku.

3.1.3 ŽIVOTNÍ CYKLUS BUDOVY

- A1 – A3 VÝROBNÍ FÁZE
 - A1 Dodání nerostných surovin
 - A2 Doprava
 - A3 Výroba
- A4 – A5 FÁZE VÝSTAVBY
 - A4 Doprava
 - A5 Proces stavby – instalace
- B1 – B7 FÁZE UŽÍVÁNÍ
 - B1 Užívání
 - B2 Údržba
 - B3 Oprava
 - B4 Výměna
 - B5 Rekonstrukce
 - B6 Provozní spotřeba energie
 - B7 Provozní spotřeba vody
- C1 – C4 FÁZE KONCE ŽIVOTNÍHO CYKLU
 - C1 Demolice / dekonstrukce

C2 Doprava

C3 Zpracování odpadu

C4 Odstranění

+ PŘÍNOSY A NÁKLADY ZA HRANICEMI SYTÉMU – Potenciál opětovného použití, využití a recyklace [23]

3.1.4 ENVIRONMENTÁLNÍ PARAMETRY

Mezi obvykle uváděné environmentální parametry patří níže uvedené parametry.

Vyjadřují se pomocí nich tzv. ekvivalentní emise – nejedná se o emise jedné určité látky, ale o více různých látek se stejným účinkem. [38]

- Spotřeba primární energie - PEI [MJ] (Svázaná energie)
celková spotřeba přírodních zdrojů energie během životního cyklu výrobku [38]
- Potenciál globálního oteplování - GWP [kg CO_{2,ekv.}] (Svázané emise CO_{2,ekv.})
ekvivalentní emise CO₂ vyprodukované během celého životního cyklu nejen emise CO₂, ale také emise dalších skleníkových plynů např. metanu [38]
- Potenciál okyselování prostředí - AP [g SO_{2,ekv.}] (Svázané emise SO_{2,ekv.})
ekvivalentní emise SO₂ vyprodukované během celého životního cyklu daného výrobku nebo jeho části, způsobující okyselování (acidifikaci) prostředí [38]
- Potenciál tvorby přízemního ozónu - POCP [g C₂H_{4,ekv.}]
ekvivalentní emise C₂H₄ vyprodukované během celého životního cyklu daného výrobku nebo jeho části, způsobující tvorbu přízemního ozonu [38]
- Potenciál ničení ozonové vrstvy - ODP [g CFC_{2,ekv.}]
ekvivalentní emise CFC⁻¹¹ vyprodukované během celého životního cyklu daného výrobku nebo jeho části, způsobující ničení stratosférické ozonové vrstvy [38]
- Potenciál eutrofizace prostředí - EP [g PO₄³⁻ ekv.]
ekvivalentní emise z odpadních vod vyprodukované během celého životního cyklu daného výrobku nebo jeho části, způsobujících nepřírozené zvyšování obsahu živin ve vodách a půdách [38]

3.2 DALŠÍ POJMY

3.2.1 UPCYCLING

Jedná se o proces, při němž z již nepotřebného materiálu - odpadu vzniká nový výrobek o vyšší hodnotě.

Tento přístup je velmi častý například v umělecké tvorbě, kde dochází ke zpracování odpadu. Příkladem může být Kovofoo z Uherském Hradišti.



Obr. 11, 12: Foto z Kovofoo u Uherského Hradiště

Téměř dokonalým materiálem pro recyklování je sklo, které je recyklovatelné prakticky neomezeně. V EU se recykluje až 60 % veškerého skla, nejvíce ve Švédsku – až 93 %. [23]

3.2.2 DOWNCYCLING

Jde o proces opačný k „upcyclingu“. Hodnota daného materiálu se v tomto případě snižuje.

U jednotlivých materiálů je často omezený počet cyklů, kolikrát lze daný materiál recyklovat. Postupně dochází k poklesu kvality.

Příkladem typického downcyclingu může být výroba ztraceného bednění nebo střešní krytiny z nápojových kartonů, použití starého dřeva jako paliva nebo použití organických zbytků potravy jako základ pro kompost.

3.2.3 FAKTOR ZVÝŠENÍ EFEKTIVITY VYUŽÍVÁNÍ ZDROJŮ

- Faktor 4 – zpráva z roku 1995 od E. Weizsäckera, A. a H. Lovinse.
 - řeší jak dosáhnout dvojnásobného užítku za současně poloviční spotřeby, tj. jak čtyřikrát zefektivnit fungování [23],[40]
- Faktor 10 – 1999, Friedrich Schmidt-Bleek
 - zavádí pojmy dematerializace a Material-Input pro Serviceeinheit (MIPS) [23],[41]

3.2.4 PRŮMYSL 4.0 / 5.0

- Průmysl 4.0 – celoevropská snaha velkých evropských firem a vládních činitelů napříč EU „rozhýbat ve společnosti poptávku po nových moderních spotřebních a průmyslových technologiích a urychlit tak vývoj robotizace a moderních plně automatických řídicích systémů, co nejvíce nezávislých na lidské obsluze.“ [42]
 - „jedná se o snahu EU udržet se na špičce technologického vývoje spolu se zeměmi jako Japonsko, USA a Čínou“ [42]
 - některé jednodušší a rutinní práce by místo lidí měly vykonávat stroje, naopak bude vyžadována vzdělaná a dobře proškolená obsluha
 - předpokládá se, že dojde k velkým strukturálním změnám na trhu práce, především v sekundárním sektoru ekonomiky
 - dle různých zdrojů by tyto změny měly postihnout 40 až 85 % pracovních míst v ČR
 - dojde i k uplatnění v běžném bydlení – jednotlivé systémy jako vytápění, větrání, klimatizace budou vzájemně propojeny; koordinovat je společně s ovládáním spotřebičů, kontrolou odběrů médií a stavem vnitřního prostředí bude možné např. přes smartphone [42]
- Průmysl 5.0 – „měl by být založen na renesanci lidského faktoru ve výrobním procesu a na spolupráci lidí s roboty“ [43]
 - nové technologie jako 3D tisk, nanotechnologie a využití nanomateriálů umožní vyrábět vše personalizovaně, na zakázku [44]
 - bude možné vyrobit nové (nano)materiály o předem určených vlastnostech, s dlouhou životností; tradiční materiály budou používány jen omezeně [44]

3.2.5 SDÍLENÍ VS. VLASTNICTVÍ

Ačkoliv je sdílená ekonomika v současnosti velmi skloňovaným tématem, nejedná se čistě o výtěžek posledních pár let.

V předindustriální době bylo sdílení běžnou částí komunitního způsobu života. Tehdejší společnost nebyla ještě tak hospodářsky vyspělá a sdílet se jednoduše vyplatilo. Navíc tehdy existovala větší sociální soudržnost, důvěra lidí navzájem a ochota sdílet. [45]

Z již historických forem sdílení lze zmínit i sdílení aut v USA během druhé světové války, vznik kibuců jako kolektivních farem založených na společném vlastnictví v prvotních fázích vzniku státu Izrael nebo rozsáhlou sítí knihoven v ČR.

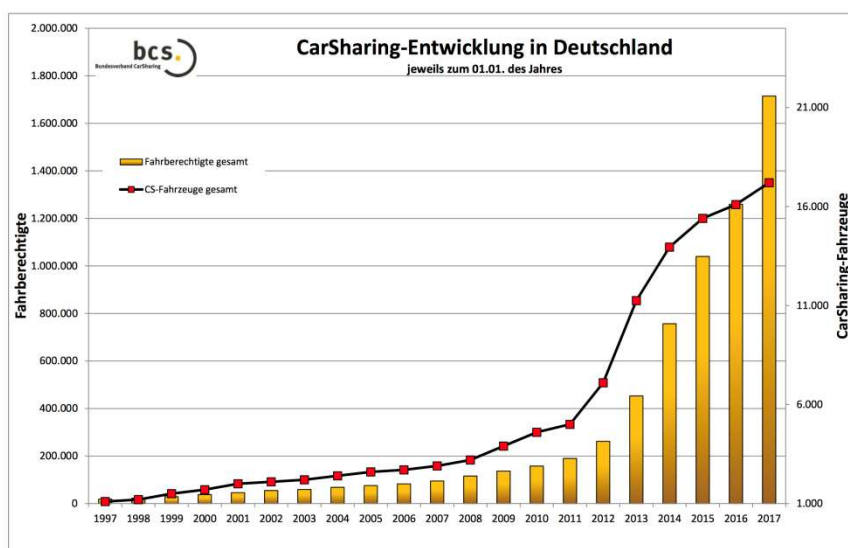
Dnešní boom sdílení je způsobem následujícími faktory: „Velká recese z let 2008 až 2009, rozvoj digitálních technologií, chytrých telefonů a pokrytí rychlým internetem.“ [45]

Známé jsou formy sdílení jako Airbnb, Uber, Mojechaty, Zonky, Uloz.to apod. Sdílet se dá tedy nejen krátkodobé ubytování, ale i automobil, kolo, koloběžka, pracovní nářadí nebo digitální soubory.

Výhodou sdílení je to, že máme přístup k produktu nebo službě, kterou potřebujeme zřídka, téměř vůbec nebo jenom jednorázově. Pořízení každé věci je nákladné nejen finančně, ale i z hlediska prostoru, který pro danou věc musíme vyčlenit, z hlediska údržby, oprav a zátěže pro životní prostředí. Sdílení tyto nevýhody do jisté míry dokáže eliminovat.

Samo o sobě ale přináší i jiná negativa – daný produkt nebo služba nemusí být vždy k dispozici nebo je v dispozici pouze omezeně. Ze strany státu také dochází k různým regulacím či restrikcím, protože ve sdílené ekonomice je často viděno riziko spojené s daňovými úniky, poškozením současného tržního prostředí apod.

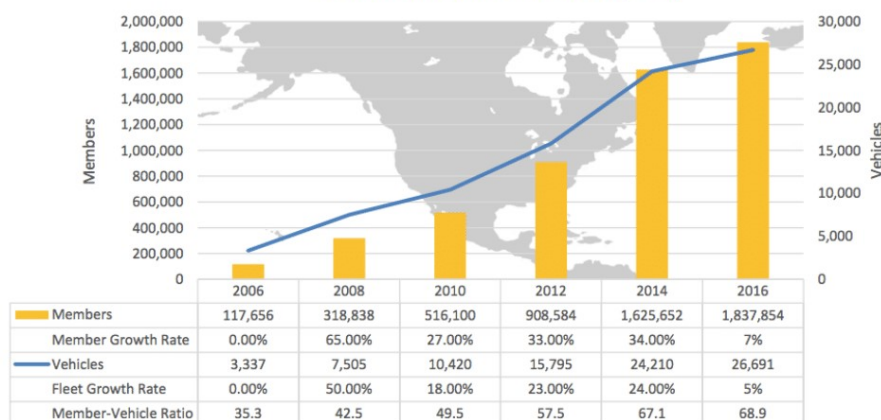
Jisté ale je, že sdílení je na vzestupu. Demonstrovat to lze například na postupném vzestupu sdílení automobilů v Německu nebo v Severní Americe.



Obr. 13:
Vývoj počtu sdílených aut v Německu [46]

REGIONAL CARSHARING MARKET TRENDS

North American Trends (n=3)



Obr. 14:
Vývoj počtu sdílených aut a počtu členů v Severní Americe [47]

3.2 TRADIČNÍ – LINEÁRNÍ POJETÍ EKONOMIKY

S trochou nadsázky se dá tvrdit, že v tradičním pojetí lineární ekonomiky je životní cesta materiálů a výrobků předurčena body – vytěžit – vyrobit – použít – zahodit.

„Primární suroviny jako ropa, kovy, či stromy jsou tedy vytěženy, přeměněny na produkty a na konci životního cyklu skončí na skládce nebo ve spalovně.“ [36] Zdroje surovin a energie jsou ale omezené a poptávka stále stoupá. Důsledky těžby mají často devastující dopad na místní ekosystémy a totéž se dá říct i o nadměrné produkci odpadu.

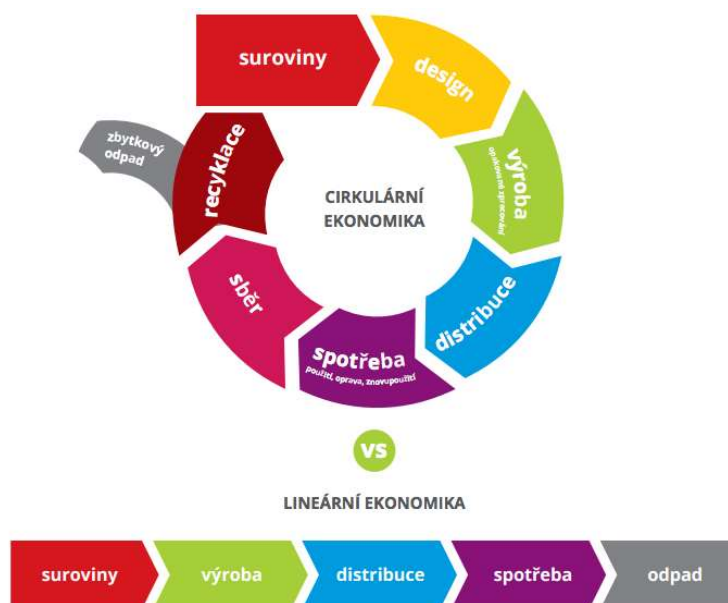
V souvislosti s růstem celosvětové populace, zvyšováním životní úrovně a dramatickým nárůstem spotřeby se tento model jeví jako neudržitelný.

3.3 CÍRKULÁRNÍ POJETÍ EKONOMIKY

Cirkulární ekonomika se naopak snaží eliminovat neudržitelnost lineární ekonomiky, reviduje zacházení s odpadem, jeho nadměrnou produkci, stále stoupající poptávku po surovinách a jejich těžbě.

Nachází inspiraci v přírodě, kde spousta procesů neprobíhá lineárně, nýbrž v cyklech. Příkladem může být střídání ročních období nebo životní cyklus stromů, kdy zbytky tlející biomasy starých jedinců slouží jako výživa pro nově rostoucí malé stromy.

„Cirkulární ekonomika chce uzavřít kruh, ve kterém budou materiály kolovat, a nebude docházet ke ztrátám. Na materiály se dívá jako na cenné zdroje, snaží se je využívat po co nejdelší dobu a pokud opětovné využití není možné, vrací je do přírody v co nejpřirozenější formě, aby ji nezatížily.“ [39]



Obr. 15 Cirkulární vs. lineární ekonomika [36]

Velkou překážkou v uplatnění cirkulární ekonomiky v praxi je laciné skládkování, které se podílí na záboru půdy a možném znečištění podzemních vod. Do budoucna také vyvstává nutnost rekultivace.

Za překážku lze také považovat setrvačnost našeho myšlení a naši pohodlnost. Cirkulární ekonomika zčásti spoléhá na jednotlivé členy společnosti a dává jim značnou zodpovědnost v tom, co vše si potřebují koupit, které produkty vyhodí, které lze ještě opravit, které by šly zrecyklovat, prodat, sdílet apod. Zamýšlení se nad cirkulací všeho je nezbytnou podmínkou změny. V konečném důsledku může vést aplikování zásad cirkulárnosti nejen k šetrnějšímu vztahu člověka k jeho životnímu prostředí, ale i k úsporám financí.

Je nutné přiznat si, že úplný, nebo i částečný přechod na cirkulární ekonomiku bude znamenat jisté změny ve fungování našeho hospodářství. Na druhou stranu může být zdrojem mnoha nových příležitostí pro rozvoj nových pracovních míst, případně podpoří vědu, výzkum a inovace.

3.4 POZITIVNÍ PŘÍKLADY

Praktickým důkazem toho, že cirkulární ekonomika není pouze teoretickým ekonomickým modelem, mohou být i následující fakta z celosvětového hospodářského dění.

Francouzský výrobce automobilů Renault snížil spotřebu vody a energie o 85 % a tím snížil cenu finálního produktu pro koncového zákazníka o 30 – 50 %. Úspory vody a energie bylo dosaženo tím, že namísto vyrábění nových dílů se začaly používat a opravovat staré automobilové díly, přičemž kvalita zůstala zachována. [36]

Společnosti jako H&M, IKEA, Philips a jiné mohou být také pozitivním příkladem. H&M chce být do roku 2030 100 % cirkulární. IKEA používá pouze certifikované dřevo a podporuje opravitelnost výrobků a kvalitu oproti kvantitě. [39]

Dle výsledků studie společnosti McKinsey & Company z roku 2015 by implementace zásad cirkulární ekonomiky mohla přinést v Evropě od roku 2030 výnosy až 600 miliard eur ročně a uspořit až 1,8 bilionu eur. [39] Dále by došlo k masivnímu snížení produkce odpadu, skleníkových plynů a Evropa by tak snížila svoji závislost na dovozu surovin z jiných zemí.

3.5 ZÁSADY CIRKULÁRNÍ EKONOMIKY

Dle nizozemské studie „A Framework for Circular Buildings“ bylo stanoveno 7 obecných strategií, které by měly být implementovány do veškerého dění ve společnosti tak, aby bylo dosaženo cirkulární ekonomiky. (Nizozemská ekonomika se má stát dle záměrů nizozemské vlády plně cirkulární do roku 2050) [22]

Dále dodává, že každý cirkulární systém musí být navržen jako odolný, přehledný a spravedlivý. [22]

3.5.1 UPŘEDŇOSTŇOVÁNÍ OBNOVITELNÝCH ZDROJŮ

Představuje postupné opouštění zdrojů energie založených na fosilních palivech jako je hnědé uhlí, ropa, zemní plyn a přechod k OZE – energie prostředí, větru, slunce, vody.

V oblasti budov je klíčovým předpokladem snižování energetické náročnosti budov. V oblasti vytápění lze potřebu energie snížit kvalitně navrženou a provedenou tepelně izolační obálkou budovy. Na poli spotřeby elektrické energie hraje největší roli energetická třídy daných spotřebičů, typ osvětlení, ale také chování uživatele.

3.5.2 ZACHOVÁNÍ A VYUŽITÍ TOHO, CO UŽ BYLO VYROBENO

Již vyrobený materiál a již stojící objekty představují určitou svázanou energii a vyprodukované emise. Je proto žádoucí využívat co nejvíce tyto již existující možnosti a přizpůsobovat je současným potřebám s vynaložením menšího úsilí, než by bylo nutné na postavení nové budovy.

Výhodou rekonstrukcí stávajících objektů je také úspora půdního fondu, možnost využití brownfieldů a zvyšování hustoty města, což v konečném důsledku vede ke zlepšení kvality života.

3.5.3 POUŽÍVÁNÍ ODPADU JAKO SUROVINY

To, co už jednou bylo vyrobeno by mělo být používáno co nejdéle s co možná nejvyšší užitnou hodnotou. I odpad představuje určitý druh hodnoty a skrytou příležitost pro svoje využití.

3.5.4 ZMĚNA BUISNESS MODELU

Prioritou by neměl být zdánlivě nekonečný ekonomický růst, ale trvale udržitelný rozvoj stojící na třech pilířích – tj. pilíři environmentálním, ekonomickém a sociálním.

3.5.5 NAVRHOVAT S OHLEDEM NA BUDOUCNOST

Při návrhu budovy by se mělo pamatovat i na pozdější fáze životního cyklu budovy – na případné rekonstrukce, dekonstrukce a demolice. Budova by měla být co nejvíce variabilní a snadno přestavitelná. Za zvážení stojí i využití prefabrikovaných částí, které se dají snadno rozebrat a použít znovu na jiném místě. Veškeré použité materiály by měly být recyklovatelné.

3.5.6 ZAHRNUTÍ DIGITÁLNÍCH TECHNOLOGIÍ

Pro využití v budoucnu skrývá velký potenciál tzv. BIM projektování. Zkratka vychází z anglického Building Information Model a jedná se o projektování budovy v prostředí softwaru, který zároveň vytváří datový soubor, obsahující veškeré informace o budově.

Budovu lze modelovat od nejranějších fází studie architektem, přes tvorbu dokumentace projektantem, až po specificky zaměřené dokumentace profiantů.

BIM modelování slouží minimálně jako výměnný formát mezi jednotlivými fázemi tvorby projektu a jejich vzájemnou koordinací. Dále lze pomocí BIMu provádět statické simulace, simulace oslunění, tepelně-technické výpočty, cenové propočty a podobně.

Takto vytvářená dokumentace budovy pak může sloužit pro Facility Management ke snadnější správě objektu a jako dostupný zdroj informací o budově pro případnou rekonstrukci, dekonstrukci nebo demolici.

3.5.7 SPOLUPRÁCE RŮZNÝCH OBORŮ

Pro správný návrh budovy, která bude všestranně funkční, je zapotřebí, aby se na jejím návrhu podíleli specialisté už od nejranějších fází projektu. Jedině tak lze dosáhnout komplexně funkčního projektu, který bude realizovatelný bez větších komplikací.

Pozdější změny projektu jsou finančně nákladné a leckdy těžko realizovatelné. Proto je žádoucí, aby veškerá důležitá rozhodnutí byla učiněna v raných fázích projektu, kdy změny ještě nestojí tolik peněz.

3.6 SEDM PILÍŘŮ CIRKULÁRNÍ EKONOMIKY

Výše zmíněná nizozemská studie dále definuje tzv. sedm pilířů cirkulární ekonomiky (7 pillars of circular economy), ve kterých je možné dosáhnout zlepšení [22]

3.6.1 MATERIÁLY

Materiálem by se nemělo plýtvat nejen ve fázi realizace, ale i ve fázi projektování. Z cirkulárního hlediska není vhodné konstrukce staticky předdimenzovat, lepší strategií je použít hodnotné materiály – např. vysokopevnostní betony, vláknobetony, stropy vylehčené kazetami apod.

Při návrhu by se mělo pamatovat na to, aby možnosti následných přestaveb stavby pro jiné účely byly co nejméně komplikované. Žádoucí je také uplatnit v co největší míře znovu použité materiály a komponenty.

Stavět by se mělo co nejvíce z obnovitelných a lokálně dostupných materiálů, naopak bychom měli zcela eliminovat toxické materiály nebo materiály s velkým environmentálním dopadem. [22]

3.6.2 ENERGIE

Měli bychom usilovat o to, aby co nejvíce energie pocházelo z obnovitelných zdrojů. Budovy jako velcí konzumenti energie by potom měly obsahovat co možná nejméně svázané energie a zároveň potřebovat co nejméně energie na svůj provoz.

Vhodné je, aby energie byla produkována lokálně a lokálně spotřebovávána, v ideálním případě ve stejném čase.

3.6.3 VODA

Spotřeba vody v budovách by měla být co možná nejmenší. Vhodným řešením, jak snížit množství odebírané vody z vodovodní sítě je systém využití šedé nebo dešťové vody.

Dalšími konkrétními opatřeními může být používání baterií s perlátory s nízkým průtokem, instalace WC splachovačů s dvojitým režimem splachování, používání kvalitnějších praček a myček s nižší spotřebou vody.

Na velikosti úspory vody se podílí především jednotliví uživatelé svým chováním - mytím nádobí v myčce na místo pod tekoucí vodou, osobní hygienou ve sprše na místo ve vaně nebo neplýtváním vody během čištění zubů.

3.6.4 BIODIVERSITA A EKOSYSTÉMY

Budovy žádnou fází svého životního cyklu nesmějí představovat ohrožení pro biodiverzitu, naopak by ji měly podporovat např. použitím zeleně na fasádách, střeších nebo ve svém okolí.

3.6.5 KULTURA A SPOLEČNOST

Budovy by neměly působit jako katalyzátory negativních společenských jevů, naopak by měly poskytovat nové příležitosti během fáze užívání.

3.6.6 ZDRAVÍ A WELLBEING

Je nutné vyloučit veškeré toxické materiály a eliminovat znečišťování životního prostředí během fáze výstavby, užívání i dekonstrukce. Návrhem a následným provozem budovy je však nutné zajistit dostatečnou kvalitu vzduchu, tepelnou, zrakovou a zvukovou pohodu.

3.6.7 NEMATERIÁLNÍ HODNOTY

V neposlední řadě je nutné pamatovat na nemateriální hodnoty budovy, které spočívají v estetických kvalitách a v kompozičním a urbanistickém konceptu budovy ve vztahu k jejímu okolí.

3.7 CO MŮŽE UDĚLAT/ZMĚNIT KAŽDÝ Z NÁS

Každý z nás by měl svým i ve svém osobním životě jednat co nejvíce podle zásad cirkulární ekonomiky a poškozovat co nejméně své životní prostředí.

Šetrnost a skromnost by měly být novými ctnostmi, protože jsou důležitými předpoklady pro postupné aplikování zásad cirkularity.

Je nutné zamýšlet se nad tím, kolik věcí skutečně potřebujeme a v jakém množství. Současný konzumní svět své spotřebitele tlačí k tomu, aby výrobky po čase vnímali jako zastaralé, nemoderní, již nefunkční a koupili si nový typ. Tomu ale můžeme vzdorovat svým uvědomělým chováním, kdy si budeme kupovat jen ty věci, které skutečně potřebujeme, ale zároveň v dostatečné kvalitě, v nadčasovém designu apod.

Rozbité věci se často vyplatí opravit a tím se zamezí plýtvání surovinami. Nepotřebné věci se nechají sdílet, darovat, prodat.

Potraviny se nechají nakupovat v čistší a lokální verzi a tím zároveň podpořit místní zemědělce. Do vaření a konzumace potravin obecně lze zařadit jistou míru plánování tak, aby se předcházelo plýtvání potravinami, a nevyužití organické zbytky lze kompostovat.

V jiných oblastech lze také využít strategii „zero waste“, tj. předcházet vytváření odpadu. Například tím, že budeme kupovat bezobalové potraviny, nosit si do obchodu vlastní nákupní tašky, vzdáme se plastových lahví, jednorázového nádobí, případně si vyrobíme vlastní kosmetiku nebo vlastní čisticí prostředky.

V oblasti cestování můžeme více chodit pěšky, jezdit na kole nebo používat hromadnou dopravu. Při rozhodování o cestě na dovolenou můžeme omezit létání letadlem.

V oblasti budov záleží na nás, jako na uživatelích, na kolik stupňů budeme chtít během otopného období vytápět.

Další volbou je to, jestli budeme používat úsporné spotřebiče a zdroje světla. Dá se taky omezit doba spotřebičů, nepoužívat stand-by režim, zhasínat rozsvícená světla v místnostech, kde nikdo není.

V případě absence nuceného větrání můžeme ovlivnit dobu a intenzitu větrání otevíráním oken apod.

Možných příležitostí jak se chovat šetrně je spousta, a o jejich využití rozhoduje každý z nás.

4. REŠERŠE

V této kapitole bych chtěl ukázat některé zajímavé rekonstrukce, které mi sloužily z části jako inspirace a z části jako podklad pro porovnání s návrhem mé rekonstrukce.

4.1 BD DUBŇANY

Jedná se o projekt rekonstrukce jednoho objektu v rámci bývalého hornického učiliště v Dubňanech do podoby bytového domu v pasivním standardu.



Obr. 40: Rekonstruovaný stav BD Dubňany

Byla vyměněna okna a dveře. Obvodové konstrukce byly opatřeny kontaktním zateplovacím systémem. Dále byly přistavěny ocelové konstrukce balkónů a pavlačí, ze kterých jsou přístupné jednotlivé byty. [50]

Rekonstrukce byla provedena v letech 2016/2017 a jejím výsledkem je 20 pasivních bytů o rozdílných velikostech od 1+KK po 4+KK. [50]

K objektu byla také veřejně přístupná data o velikosti dílčích dodaných energií na vytápění, ohřev teplé vody, větrání a osvětlení. Tyto hodnoty využívám pro porovnání se mnou navrženou rekonstrukcí v kapitole 13.

Pozitivně hodnotím snahu využít stávající objekt a jeho nosné konstrukce a dosažení nejvyššího možného energetického standardu. Z estetického hlediska vnímám jako pozitivní střizlivé, nevťiravé pojetí hmoty budovy, její barevnosti a použití materiálů.

Další výhodou rekonstrukce je členění domu na byty o různých velikostech, což se pozitivně projevuje v sociální skladbě obyvatelstva bytu a v uspokojení rozdílných požadavků na bydlení.



Obr. 41, 42: Porovnání stavu BD Dubňany před a po rekonstrukci

5. STÁVAJÍCÍ STAV BD

Hlavním částí mojí diplomové práce spočívá ve zpracování cirkulární rekonstrukce bytového domu. Pro tuto práci jsem se rozhodl použít již existující objekt malého bytového domu, stojícího v Pardubické části Semtín.

Důležitá je pro mě v tomto případě zásada „zachování a využití toho, co už bylo vyrobeno/postaveno“.

Daší motivací pro výběr tohoto objektu je lokalita, ve které dům stojí. Ta by se dala s trochou nadsázky označit za brownfield v prostoru chemických závodů. Tématika brownfieldů je bohužel v českém kontextu stále podceňovaná a o to důležitější je, aby se znovuvyužití brownfieldů častěji stávalo tématy studentských prací.

5.1 INFO O OBJEKTU

5.1.1 UMÍSTĚNÍ

Objekt se nachází ve východních Čechách v Pardubickém Semtíně v prostředí chemických závodů na stavební parcele 315 a přísluší k němu ještě pozemkové parcely 360/1, 361/4 a 363/7.



Obr. 16, 17, 18 : Mapy zobrazující lokalitu Semtína a pozemek

Pozemek se nachází v dobře dostupné lokalitě poblíž silnice první třídy I/36. Od centra Pardubic je vzdálen 5 km, od výletního a lázeňského městečka Lázně Bohdaneč 4 km. Do obou měst se lze dopravit trolejbusem ze zastávky vzdálené 250 m. Pardubickou samozřejmostí jsou i všudypřítomné cyklostezky či blízkost pískových rybníků Hrádek nebo Oplatil.

Součástí jedné z parcel je i objekt krytu civilní ochrany obyvatelstva s vlastním systémem VZT, vlastním zdrojem vody, telefonem apod.

Výměry parcel (m ²) Pardubice, Semtín 80				
Druh parcely	stavební	pozemková	pozemková	pozemková
Číslo parcely	315	360/1	361/4	363/7
Výměra	286 m ²	1 538 m ²	2 699 m ²	221 m ²
		Celkem pozemkových parcel 4 458 m ²		
		Celkem stavebních parcel 286 m ²		

Tab. 1: Výměry parcel řešené lokality

5.1.2 ZÁKLADNÍ INFO

Jedná se o původně malý bytový dům, dnes využívaný jako administrativní budova. Postavený byl za první republiky jako sociální bydlení pro dělníky chemických závodů Explosia. Na návrh objektu měl vliv také fakt, že se parcela nachází v ochranném pásmu chemického závodu.

Dá se předpokládat, že někdy na pomezí osmdesátých a devadesátých let byla provedena rekonstrukce objektu. Došlo k napojení objektu na systém centrálního zásobování teplem a do místností bylo instalováno ústřední topení. V souvislosti s tím byla ubourána již nepotřebná komínová tělesa, vyměněn střešní plášť a dále výplně okenních otvorů.



Obr. 19, 20: Foto objektu – severní a jižní strana

V devadesátých letech byl dům privatizován a pro tyto účely musela být provedena dodatečná kolaudace. Došlo tedy k zaměření budovy a tvorbě stavební dokumentace, ze které ve své práci převážně čerpám.

5.1.3 DISPOZICE

Objekt má jedno podzemní a tři nadzemní podlaží. Podsklepení není provedeno pod celým objektem, ale cca pod 2/3 plochy.

Následují dvě nadzemní podlaží, která se liší pouze minimálně. Centrálním bodem je dvouramenné schodiště umístěné ve středu dispozice. Z podesty se vstupuje vždy do čtyř malých bytů na patře. Byty disponují v původní variantě dvěma obytnými místnostmi, chodbou a hygienickým zázemím v podobě WC a malé koupelny.

V současnosti se v těchto dvou nadzemních podlažích nacházejí kanceláře, došlo však k minimálním stavebním zásahům. V bývalých obytných místnostech se nacházejí kanceláře, hygienické zázemí slouží nadále svému účelu na původním místě. Pouze přibýly kuchyňky vybudované ve zbylých prostorech chodeb nebo komor.

Konstrukční výška nadzemních podlaží je 3,2 m, světlá výška potom 2,7 m.

Třetí nadzemní podlaží slouží jako nevytápěná půda, která není nijak využívána, slouží pouze jako odkládiště nepotřebných věcí.

5.2 POPIS STÁVAJÍCÍCH KONSTRUKCÍ

5.2.1 ZÁKLADY

Základy dle řezu A-A' projektové dokumentace tvoří žb pasy široké 750-800 mm. Hluboké jsou 1,2 m; v nepodsklepené části pouze 0,8 m.

Základové pasy pod příčkami jsou široké pouze 450 mm.

Na základy navazuje stěna z plných pálených cihel tloušťky 600 mm, která je z části v kontaktu se zemínou. Ta pod příčkami je tlustá pouze 300 mm.

Informace o provedení hydroizolace nejsou dostupné.

5.2.2 SVISLÉ KONSTRUKCE

Dům je konstrukčně řešen jako stěnový systém, kde vnitřní i vnější nosné stěny tvoří zdivo z plných pálených cihel tloušťky 450 mm.

Pouze stěna jižního vikýře ve 3NP a nenosné stěny oddělující obytné místnosti a hygienické zázemí jsou tlusté pouze 300 mm.

Příčky jsou řešeny obdobně jako zdivo z plných pálených cihel tloušťky 150 mm. Překlady nade dveřmi mají zřejmě výšku 150 mm.

Ve sklepě se nachází 6 nosných vyzděných pilířů o rozměrech 450 × 450 mm a dva pilíře o rozměrech 450 × 600 mm.

5.2.3 VODOROVNÉ NOSNÉ KONSTRUKCE

Konstrukce podlahy 1PP leží na zemině a jedná se pouze o nenosnou neizolovanou vrstvu podlahového souvrství.

Konstrukce stropu 1PP je řešena jako cihelné klenby uložené na nosných zdích nebo do ocelových I nosníků. Maximální rozpon je 2,2 m

Konstrukce stropu nadzemních podlaží je převážně řešena jako dřevěný trámový strop. Trámy mají výšku 300 mm a jsou zazděny do kapes ve zdivu. Největší rozpon tohoto typu stropu je 6,05 m. Osová vzdálenost trámů činí 900 mm.

Mezipodesta a podesta jsou řešeny jako ploché cihlové klenby s násypem a pochozí vrstvou. Maximální rozpon podesty je 2,05 m.

5.2.4 STŘECHA

Střecha objektu tvoří nad 3NP valbu. Krokve průřezu 140/120 různých osových vzdálenostech (770 – 1060 mm) jsou podepřeny vrcholovou vaznicí 240/160, středovým vaznicovým věncem 240/160 a pozednicí 140/120.

Nárožní krokve jsou většího průřezu 170/120. Podpírá je vždy sloupek rozměru 160/160.

Středové vaznice jsou podepřeny sloupky průřezu 160/140.

Ke zvýšení tuhosti krovu přispívají kleštiny 80/160, vzpěry 160/180 a pásy 130/100.

Střešní plášť potom tvoří latě 55/35 v osových vzdálenostech cca 250 mm, na kterých je položen profilovaný pozinkovaný plech. Nenachází se zde žádná doplňková hydroizolační vrstva ani žádná tepelná izolace.

Ve střešním plášti se nachází 6 vikýřových otvorů, sloužících k větrání.



Obr. 21, 22, 23: Foto krovu

5.2.5 SCHODIŠTĚ

Dvouramenné schodiště je staticky řešeno jako visuté – jednotlivé schodišřové stupně se opírají o sebe navzájem a zároveň jsou zazděné do obvodové zdi. Schodišřová ramena mají šířku 1 100 mm, zrcadlo mezi rameny pak 200 mm.

V případě nejspodnějšiho ramene schodišřtř v 1PP se jedná o schodišřtř podezděné.

Rozměř schodišřových stupňů je 160/310.



Obr. 24, 25, 26: Foto schodišřtř

5.2.6 VÝPLNĚ OTOVRŮ

Okna byla zřejmě v původní variantě dvojitá špaletová, ale v rámci menšř rekonstrukce objektu v osmdesátých nebo devadesátých letech byla vyměněna za okna zdvojená. Svými vlastmi již nesplňují současné nároky a jsou zdrojem diskomfortu.

Okna do sklepů v 1PP byla ješřtř později vyměněna za plastová okna s dvojskly.



Obr. 27, 28, 29: Výplně otvorů

Současné „šatny“ jsou osvětleny pomocí otvoru vyplněného průsvitnými luxferami. Jednu luxferu vždy nahrazuje mřížka určená k větrání.

Vchodové vstupní dveře jsou plastové, s tepelně izolačním trojsklem.

Veškeré dveře do bytů a do obytných místností mají v objektu rozměr 800 na 1 970 mm; dveře do podružných místností jako jsou WC, komory a šatny mají potom rozměr 600 na 1 970 mm. Vchodové dveře jsou jednokřídlé o rozměrech 1 400 na 2 100 mm.

5.2.7 SKLADBY PODLAH

Na nosné trámové konstrukci se nachází škvárou násyp tloušťky cca 150 mm a na něm je položena pochozí vrstva. V případě obytných místností se jedná zřejmě o parkety, v ostatních částech domu o dlažby. Veškeré podlahy kromě hygienického zázemí jsou nyní překryty zátěžovým kobercem.

Na půdě se vrstvě škvárového násypu nacházejí dlaždice půdovky.

5.2.8 OSTATNÍ

Celým objektem procházejí čtyři komínová tělesa o rozměrech 450 × 1 400 mm. Každé z nich prochází v 1NP a 2NP nosnými stěnami bytů právě tak, že na každý jeden byt připadá jedno komínové těleso. Každé komínové těleso obsahuje vždy 3 otvory a průřezu 150×150 mm.

V současnosti však tato komínová tělesa neprocházejí střešním pláštěm budovy, ale končí těsně pod ním, protože byla ubourána v souvislosti s výměnou střešního pláště a instalací ústředního topení napojeného na CZT.

5.3 POPIS STÁVAJÍCÍHO ŘEŠENÍ TZB

5.3.1 VYTÁPĚNÍ

Původní varianta vytápění spočívala dle rozmístění komínových těles pouze na lokální topidla umístěná vždy v jedné a druhé obytné místnosti bytu. Tomu také odpovídá umístění komínového tělesa vždy tak, aby obsloužilo právě obě dvě obytné místnosti.

V současnosti je objekt vytápěn dálkově pomocí CZT z teplárny, nacházející se v areálu chemických závodů.

Otopnou soustavu tvoří dvoutrubkové rozvody a litinová článková tělesa s termohlavicemi.

5.3.2 VĚTRÁNÍ

Větrání bylo navrženo v souladu se standardem tehdejší doby jako přirozené, do značné míry spočívalo na infiltraci vzduchu netěsnostmi stavebních konstrukcí a přirozené větrání okny dle potřeby uživatelů.

Od původního prvorepublikového návrhu nebyla učiněna žádná změna. Dle výpovědi majitele objektu okna přirozené větrání zajišťují spolehlivě až za hranici komfortu vnikání přílišného množství studeného vzduchu v zimním období.

5.3.3 PŘÍPRAVA TEPLÉ VODY

Původní návrh BD s koncepčně řešenou přípravou teplé vody nepočítal vůbec. V dnešním stavu se teplá voda připravuje lokálně pomocí malých boilerů a průtokových ohřivačů v místě spotřeby, tj. v hygienickém zázemí a v kuchyňkách.

5.3.4 OSTATNÍ

Objekt není napojen na plynové potrubí.

Vodou je zásobován z vodovodního řadu.

Kanalizační systém je oddílný, majitel platí faktury zvlášť za splaškovou a dešťovou kanalizaci.



Obr. 30, 31: Tělesa otopné soustavy

5.4 TEPELNĚ IZOLAČNÍ HLEDISKO

Jak již bylo zmíněno, objekt existuje již od první republiky s minimem stavebních zásahů. Stavební i tepelně-technické řešení objektu tedy odpovídá standardům tehdejší doby. Z dnešního pohledu se jedná po stav nevyhovující.

Obálku budovy tvoří neizolované stěny z plných pálených cihel tloušťky 450, již stará nevyhovující zdvojená okna, neizolovaný strop suterénu a nijak neizolovaná podlaha půdy.

I bez detailnější tepelně-technické analýzy je zřejmé, že energetická náročnost takovéhoho objektu bude značná.

Pro objekt nikdy nebyl zpracován žádný energetický audit nebo alespoň štítek obálky budovy. Ve svých dalších analýzách proto informace o jednotlivých skladbách budu spoléhat na informace dostupné z projektové dokumentace, z vlastního průzkumu objektu a v situaci, kdy informace nebudou dostupné i na svůj úsudek.

6. NAVRHOVANÉ VARIANTY

Rekonstrukci BD jsem vypracoval celkem ve čtyřech stěžejních variantách, které budu podrobovat dalším detailnějším analýzám. Pro všechny varianty jsem vypracoval shodné nové dispoziční uspořádání.

Hodnoty součinitele prostupu tepla U obálky budovy byly ve všech čtyřech variantách navrženy na stejnou hodnotu. Návrhem bylo docíleno pasivního standardu.

Z hledisek dispozic a tepelně technického řešení jsou tedy jednotlivé varianty rovnocenné. Jedná se o varianty V.1.0, V.1.1, V.2.0 a V.2.1.

Odlíšné je ale použití materiálu. Konkrétně v tom, zda se jedná o spíše environmentálně šetrné nebo běžně užívané materiály a dále v tom, jestli jsou využívány principy cirkularity.

Paralelně byly také porovnávány varianta současného stavu objektu bez jakýchkoliv změn (V.0.0) a varianta konvenčně provedené rekonstrukce (V.0.1).

VAR.	POPIS	ZMĚNA DISPOZIC	POUŽITÉ MATERIÁLY	TŘÍDA EN	Uem (W/m ² K)	PRINCIPY CIRKULARITY
V.0.0	stávající stav	-	-	G	1,17	-
V.0.1	konvenční rekonstrukce	-	běžné	D	0,43	-
V.1.0	navrhovaná	ano	běžné	A (pasivní)	0,23	-
V.1.1	navrhovaná	ano	běžné	A (pasivní)	0,23	ano
V.2.0	navrhovaná	ano	šetrné	A (pasivní)	0,23	-
V.2.1	navrhovaná	ano	šetrné	A (pasivní)	0,23	ano

Tab. 2: Přehled variant rekonstrukce BD

(Energetické vyhodnocení variant je podrobněji popsáno v kapitole 7)

6.1 DISPOZIČNÍ ZMĚNY

Pro varianty V.1.0, V.1.1, V.2.0 a V.2.1 byly vypracovány nové dispozice BD. Detailní studii dispozičních změn a dokumentaci současného stavu lze nalézt v přílohách 1 a 3.

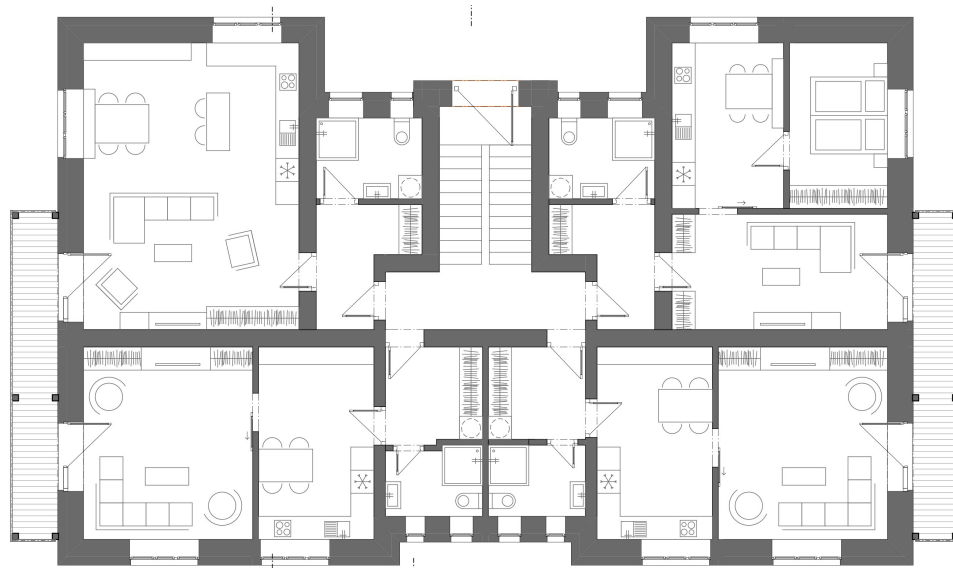
1PP dispozičně není měněno vůbec.

1NP a 2NP zachovávají původní rozmístění čtyř bytů přístupných z mezipodesty schodiště. Zde dochází k menším změnám v přestavbě příček hygienického zázemí, kde se nyní nacházejí pouze toalety nebo čajové kuchyňky. Každý z těchto bytů má nově samostatnou plnohodnotnou koupelnu s WC, umyvadlem, sprchovým koutem a místem na pračku.

V předsíních je pamatováno na místo pro vestavěné skříně.

Jeden byt je řešen jako velkoprostorový 1+KK, další dva jako 1+1, poslední jako 2+1. Každý byt disponuje nově zbudovanou lodžii, přístupnou z obývací zóny bytu.

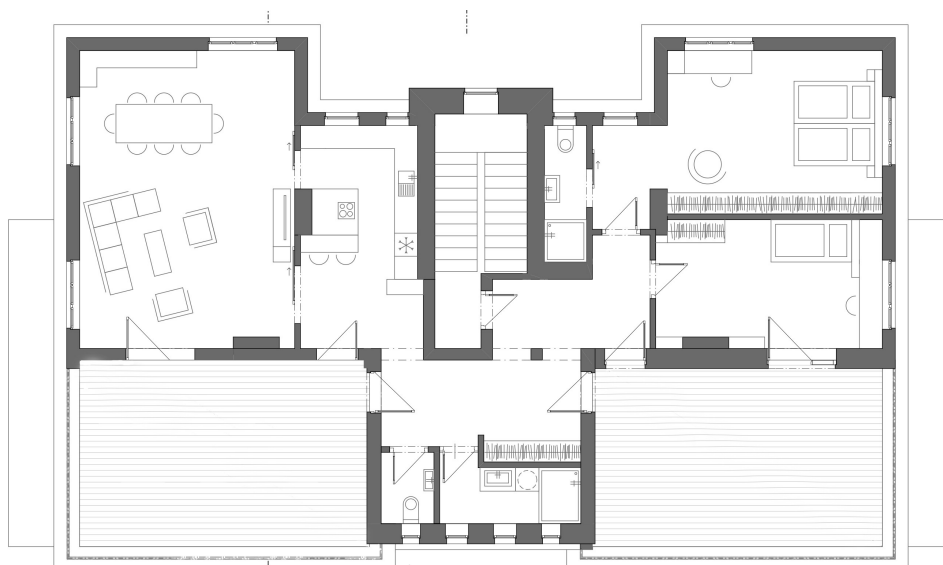
Půdorysy 1NP a 2NP se liší minimálně. Jedinou odlišností je jinak vedená přička v koupelně jednoho bytu. V 1NP využívám stávající přičky, v 2NP se jedná o nově postavenou.



Obr. 32: Půdorys 1NP a 2NP

Původní 3NP tvoří pouze nevytápěná půda pod šikmou střechou. V rekonstruovaných variantách dojde namísto stávající konstrukce ke zhotovení střešní nástavby s plochou střechou. Bude zde umístěn jeden velký byt luxusnějšího typu.

Byt ve 3NP je velkoryse dimenzován a důsledně zónován na společenskou a soukromou zónu. Disponuje dvěma střešními terasami a hlavní ložnice bytu má i vlastní koupelnu.



Obr. 33: Půdorys 3NP

Novým návrhem tedy dojde k navýšení ubytovací kapacity objektu. Konkrétně se užitná plocha zvedne z 539,3 m² na 663,4 m² (užitnou plochou se rozumí plocha stanovená z vnitřních rozměrů) a objem vytápěné zóny z vnějších rozměrů stoupne z 1943,7 m³ na 2935 m³.



Obr. 34: Pohledy

6.2 VÝČET JEDNOTLIVÝCH KONSTRUKCÍ

Pro správný návrh variant rekonstrukce musel být zhotoven soupis jednotlivých konstrukcí, včetně jejich ploch a skladeb.

Informace byly čerpány převážně z dostupné výkresové dokumentace, z poznatků získaných při prohlídce objektu a z části inženýrským odhadem.

V tabulce uvádím přehled měněných konstrukcí pro varianty V.1.0, V.1.1, V.2.0 a V.2.1, které budou dále environmentálně posuzovány.

označení	název konstrukce	hodnota	jednotka
S01	SOKL 1PP	117,8	m2
S02	VNĚJŠÍ STĚNA CP 450 STÁVAJÍCÍ	476,6	m2
S03_A	VNĚJŠÍ STĚNA CP 300 STÁVAJÍCÍ	17,2	m2
S03_B	VNĚJŠÍ STĚNA tl. 300 NOVÁ	47,4	m2
S04	VNĚJŠÍ STĚNA CP 150 STÁVAJÍCÍ	30,2	m2
S05	VNĚJŠÍ STĚNA _NÁSTAVBA	127,5	m2
S06	VNITŘNÍ DĚLÍCÍ PŘÍČKY 1	42,7	m2
S07	VNITŘNÍ DĚLÍCÍ PŘÍČKY 2	42,8	m2
S08	DOZDÍVÁNÍ 300 OTVORŮ	13,1	m2
S09	DOZDÍVÁNÍ 450 OTVORŮ	11,2	m2
F01	PODLAHA NA TERÉNU 1NP	52,5	m2
F02	PODLAHA 1NP NAD SKLEPEM	117,8	m2
R01	STŘECHA POCHOZÍ 2NP	476,6	m2
R02	STŘECHA NEPOCHOZÍ 3NP	17,2	m2
W01_A	OKNA RÁMY	47,4	m
W01_B	OKNA ZASKLENÍ	30,2	m2

Tab. 3: Tabulka konstrukcí pro V.1.0, V.1.1, V.2.0 a V.2.1

6.3 BILANCE MATERIÁLU

Pro důkladný návrh cirkulární rekonstrukce byl stanoven soupis bouraného materiálu, včetně jeho objemů. Pomocí příslušného koeficientu využitelnosti daného materiálu byl stanoven objem materiálu, který je k dispozici pro další využití.

S přihlédnutím k množství dostupného materiálu byly navrženy varianty rekonstrukce V.1.1 a V.2.1, které se snaží maximalizovat množství znovupoužitého materiálu.

	VYBOURÁNO		KOEFICIENT VYUŽITELNOSTI	REÁLNĚ K DISPOZICI		POTŘEBA MATERIÁLU		PROCENTO ZNOVUPOUŽITÍ		POTŘEBA NOVÉHO MATERIÁLU	
ZDIVO CP	27,17	m3	0,8	21,73	m3	24,30	m3	100,00	%	2,57	m3
POŠKOZENÉ ZDIVO	5,43	m3	1,0	5,43	m3	2,625	m3	48,31	%	0,00	m3
SLOUPKY 160/160	10,80	m	0,85	9,18	m	0	m	0,00	%	0,00	m
SLOUPKY 160/140	10,80	m	0,85	9,18	m	0	m	0,00	%	0,00	m
VAZNICE 180/240	51,56	m	0,9	46,40	m	32,40	m	69,82	%	0,00	m
VZPĚRY 160/180	37,20	m	1,0	37,20	m	36,60	m	98,39	%	0,00	m
PÁSKY 100/130	18,72	m	1,0	18,72	m	0	m	0,00	%	0,00	m
KLEŠTINY 80/160	149,68	m	0,85	127,23	m	120	m	94,32	%	0,00	m
POZEDNICE A KROKVE 140/120	464,27	m	0,9	417,85	m	407,99	m	97,64	%	0,00	m
KROKVE 120/170	114,78	m	0,9	103,31	m	68,00	m	65,82	%	0,00	m
LATĚ 55/35	92,87	m	0,8	74,30	m	81,60	m	100,00	%	7,30	m
PŮDOVKY 30 mm	6,08	m3	0,8	4,86	m3	2,68	m3	55,08	%	0,00	m3
ŠTĚRK	10,50	m3	0,9	9,45	m3	9,35	m3	98,98	%	0,00	m3
ŠKVÁRA	27,17	m3	0,9	47,59	m3	38,62	m3	81,16	%	0,00	m3
BETON	5,43	m3	1,0	10,58	m3	8,29	m3	78,36	%	0,00	m3
OKNA	10,80	m2	1,0	112,42	m2	0,00	m2	0,00	%	0,00	m2
DVEŘE	10,80	m2	1,0	2,94	m2	2,94	m2	100,00	%	0,00	m2

Tab. 4: Výkaz bouraného a znovupoužitého materiálu (V.1.1 a V.2.1)

Je patrné, že převážná většina bouraného materiálu jsou buď plně pálené cihly ze zděných příček, souvrství podlah 1NP, výplně otvorů nebo dřevěné části krovu.

Pro variantu V.2.1. bude využita převážná část bouraného materiálu. Pouze cca 10 % cihel bude muset být dodáno odjinud. Konzervativně jsou tyto cihly započítány jako nově vyrobené se všemi dopady, co se týče energie i emisí. Ve skutečnosti by však připadala v úvahu i možnost tyto cihly

dopřít na staveniště z místa jiné rekonstrukce. To samé platí i pro latě, které budou sloužit jako stínění nových lodžii.

Zdvojená okna nemají dostatečnou tepelně-izolační schopnost, a proto budou nahrazena za nová, kvalitnější. Naopak hlavní vchodové dveře s trojsklem budou ponechány, stejně jako sklepní okénka s dvojskly.

6.4 VARIANTY S BĚŽNÝMI MATERIÁLY

6.4.1 VARIANTA V.1.0

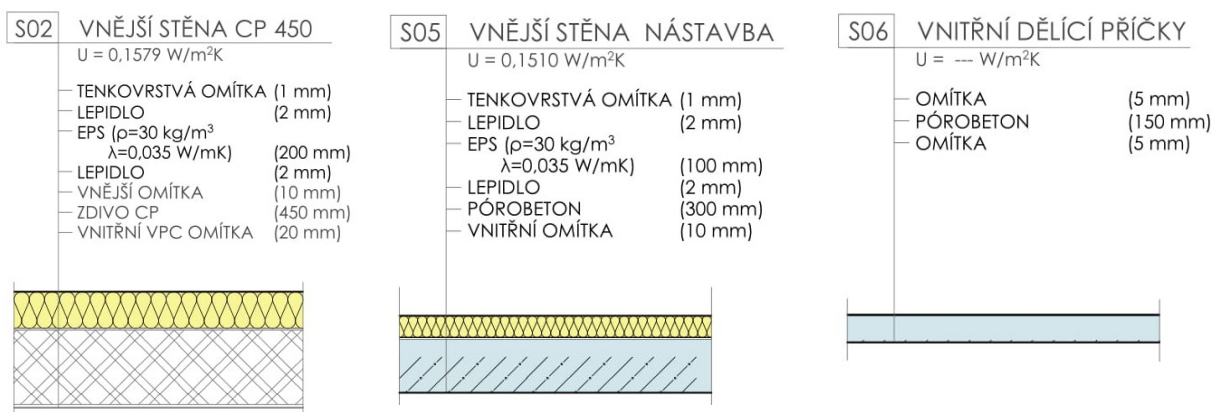
Jedná se o zrekonstruování BD do podoby pasivního domu dle výše popsaných dispozičních změn. Používají se zde běžné stavební materiály jako je expandovaný polystyren, minerální vlna, pórobeton, plastové rámy oken apod.

Stávající obvodové stěny budou zatepleny 200 mm EPS, nové budou postaveny z pórobetonu tl. 300 mm a zatepleny 100 mm EPS. Veškeré přčky a zadržování nadbytečných otvorů bude rovněž provedeno z pórobetonu.

Za nevyhovující zdvojená okna budou instalována okna s plastovými rámy a izolačními trojskly.

Podlahy tvořící obálku budovy budou izolovány minerální vlnou tloušťky 100 a 150 mm. Do plochých střech byla navržena izolační vrstva z minerální vlny tloušťky 120 a 140 mm. Spádovou vrstvu bude zajišťovat polystyrenbeton.

Nově navržené lodžie budou zhotoveny z nového řeziva.



Obr. 35: Vybrané skladby varianty V.1.0

6.4.2 VARIANTA V.1.1

Tato varianta vychází z předchozí V.1.0, pouze cirkulárně využívá některé bourané materiály z předchozího stavu.

V maximální možné míře využívá vybourané plné pálené cihly, ze kterých budou postaveny některé nové obvodové stěny a některé příčky. Bylo stanoveno, že cca 80 % zabudovaných cihel lze použít na další zdění, zbylých 20 % bude možné použít po rozemletí jako recyklované kamenivo.

Znovupoužití cihly pokryjí až cca 90 % potřeby, zbylých 10 % objemu cihel je uvažováno jako nových.

V návrhu je dle dostupných podkladů výrobců malt a lepících směsí uvažováno, že z celkového objemu zdiva tvoří CP 75 % a malta 25 %.

Do betonu, který je součástí podlahových souvrství, bude použito recyklované kamenivo z rozdrčeného betonu a plných pálených cihel až do výše 50 %.

Místo spádových vrstev střechy z polystyrenbetonu bude použita škvára, vytěžená ze souvrství podlah. Kvůli horším tepelně izolačním škváry však bude muset být navýšena tloušťka tepelné izolace střech ze 120 a 140 mm na 140 a 160 mm minerální vlny.

Lodžie budou převážně zhotoveny ze znovupoužitých trámů krovu.



Obr. 36: Vybrané skladby varianty V.1.1

označení	název konstrukce	popis opatření	
S01	SOKL 1PP	tep. izolace 100 mm XPS + sokl. omítka	
S02	CP 450 STÁVAJÍCÍ	tep. izolace 200 mm EPS + tenkovrstvá omítka	
S03_A	CP 300 STÁVAJÍCÍ	tep. izolace 200 mm EPS + tenkovrstvá omítka	
S03_B	300 NOVÁ	V.1.0	pórobeton 300 mm + 100 mm EPS + omítka
		V.1.1	znovupoužití CP 300 + 200 mm EPS + omítka
S04	CP 150 STÁVAJÍCÍ	tep. izolace 200 mm EPS + tenkovrstvá omítka	
S05	NÁSTAVBA	pórobeton 300 mm + 100 mm EPS + omítka	
S06	PŘÍČKY 1	V.1.0	pórobeton 150 mm + omítka
		V.1.1	znovupoužití CP 150 + omítka
S07	PŘÍČKY 2	pórobeton 150 mm + omítka	
S08	DOZDÍVÁNÍ OTVORŮ tl. 300	V.1.0	pórobeton 300 mm + omítka
		V.1.1	znovupoužití CP 300 + omítka
S09	DOZDÍVÁNÍ OTVORŮ tl. 450	V.1.0	pórobeton 450 mm + omítka
		V.1.1	znovupoužití CP450 + omítka
F01	PODLAHA NA TERÉNU 1NP	V.1.0	cementový potěr + hydroizolace min. vlna 150 mm roznášecí vrstva betonu
		V.1.1	cementový potěr (recyklované kamenivo) hydroizolace min. vlna 150 mm roznášecí vrstva betonu (recyklované kamenivo)
F02	PODLAHA 1NP NAD SKLEPEM	V.1.0	min. vlna 150 mm roznášecí vrstva betonu
		V.1.1	podsypaný znovupoužitým štěrkem min. vlna 150 mm roznášecí vrstva betonu (recyklované kamenivo)
R01	STŘECHA POCHOZÍ 2NP	Skladby pro V.1.0 a V.1.1 viz příloha 5	
R02	STŘECHA NEPOCHOZÍ 3NP	Skladby pro V.1.0 a V.1.1 viz příloha 5	
W01_A	OKNA RÁMY	plastové okenní rámy	
W01_B	OKNA ZASKLENÍ	tep. Izolační trojskla	

Tab. 5: Popis skladeb pro V.1.0 a V.1.1

Detailnější skladby konstrukcí variant V.1.0 a V.1.1 lze nalézt v příloze 5.

6.5 VARIANTY SE ŠETRNÝMI MATERIÁLY

6.5.1 VARIANTA V.2.0

V této variantě rekonstrukce BD se snažím využívat šetrné stavební materiály dle množství svázané energie a emisí. Jako hlavní podpůrný nástroj mi sloužil web envimat.cz [48]

Jako environmentálně nejšetrnější materiály se jeví být materiály na bázi dřeva z důvodu nízkých hodnot environmentálních indikátorů. [48] Proto byly navrženy skladby konstrukcí s využitím dřevěných KVH sloupků, dřevěných I nosníků, dřevovláknitých izolací, dřevěných okenních rámců apod.

Celková environmentální náročnost této a ostatní variant je řešena v kapitole 8.

Obvodové stěny budou zatepleny 220 mm izolace z tuhých dřevovláknitých desek. Veškeré přičky a zadržování nadbytečných otvorů a část nových obvodových stěn bude provedeno z plných pálených cihel.

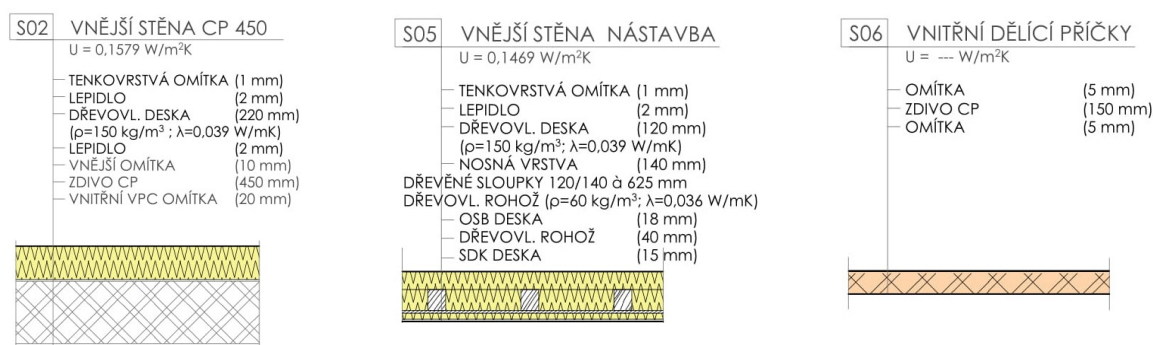
Střešní nástavba bude pojata jako dřevostavba, využívající systém lehkého skeletu. Sloupky 120/140 s osovými vzdálenostmi 625 mm jsou mezi sebou vyplněny tepelně izolační dřevovláknitou rohoží a z vnějšku ještě dodatečně zatepleny 120 mm tuhými dřevovláknitými deskami.

Na vnitřní straně zajišťuje parotěsnou funkci souvislá vrstva OSB s přelepovanými spoji. Ta slouží zároveň i jako ztužení na účinky vodorovně působícího zatížení větrem. Součástí konstrukce je i instalační předstěna pro vedení instalací, vyplněná dřevovláknitou izolací a opláštěná sádkartonovou deskou.

Zastropení dřevostavby budou tvořit Steico nosníky SJ60 výšky 500 mm.

Za nevyhovující zdvojená okna budou instalována okna s dřevěnými rámy a izolačními trojskly.

Podlahy tvořící obálku budovy budou izolovány dřevovláknitou izolací tloušťky 100 a 150 mm. Doploché střechy byla navržena izolační vrstva z dřevovláknité izolace tloušťky 120 a 140 mm. Spádovou vrstvu bude zajišťovat polystyrenbeton. Nově navržené lodžie budou zhotoveny z nového řeziva.



Obr. 37: Vybrané skladby varianty V.2.0

6.5.2 VARIANTA V.2.1

Tato varianta vychází z předchozí V.2.0, pouze cirkulárně využívá některé bourané materiály z předchozího stavu.

Rovněž jako předchozí cirkulární varianta maximalizuje podíl znovupoužitého materiálu – konkrétně cihel jako součást nového zdiva, cihelné drti a drceného betonu jako kameniva do nových vrstev betonu, škváry jako podkladní spádové vrstvy a také dřevěných prvků krovu jako konstrukce pro lehký dřevěný skelet střešní nástavby, některých jeho příček a také pro konstrukci nových lodžíí.



Obr. 38: Vybrané skladby varianty V.2.1

označení	název konstrukce		popis opatření
S01	SOKL 1PP		tep. izolace 100 mm XPS + sokl. omítka
S02	CP 450 STÁVAJÍCÍ		220 mm dřevovláknité izolace + tenkovrstvá omítka
S03_A	CP 300 STÁVAJÍCÍ		220 mm dřevovláknité izolace + tenkovrstvá omítka
S03_B	300 NOVÁ	V.2.0	CP 300 + 220 mm dřevovláknité izolace + omítka
		V.2.1	CP 300 + 220 mm dřevovláknité izolace + omítka (znovupoužité cihly)
S04	CP 150 STÁVAJÍCÍ		220 mm dřevovláknité izolace + omítka
S05	NÁSTAVBA	V.2.0	lehký dřevěný skelet + kzs
		V.2.1	lehký dřevěný skelet + kzs (znovu využití nosných sloupků)
S06	PŘÍČKY 1	V.2.0	CP 150 + omítka
		V.2.1	CP 150 + omítka (znovupoužité cihly)
S07	PŘÍČKY 2	V.2.0	sloupková konstrukce s izolační výplní, opláštěná SDK
		V.2.1	sloupková konstrukce s izolační výplní, opláštěná SDK (znovupoužité sloupky)
S08	DOZDÍVÁNÍ OTVORŮ tl. 300	V.2.0	CP 300 + omítka
		V.2.1	CP 300 + omítka (znovupoužité cihly)
S09	DOZDÍVÁNÍ OTVORŮ tl. 450	V.2.0	CP 450 + omítka
		V.2.1	CP 450 + omítka (znovupoužité cihly)
F01	PODLAHA NA TERÉNU 1NP	V.2.0	cementový potěr + hydroizolace min. vlna 150 mm roznášecí vrstva betonu
		V.2.1	cementový potěr (recyklované kamenivo) hydroizolace dřevovláknité desky 150 mm roznášecí vrstva betonu (recyklované kamenivo)
F02	PODLAHA 1NP NAD SKLEPEM	V.2.0	min. vlna 150 mm roznášecí vrstva betonu
		V.2.1	podsypaný znovupoužitým štěrkem dřevovláknité desky 150 mm roznášecí vrstva betonu (recyklované kamenivo)
R01	STŘECHA POCHOZÍ 2NP		Skladby pro V.2.0 a V.2.1 viz příloha 6
R02	STŘECHA NEPOCHOZÍ 3NP		Skladby pro V.2.0 a V.2.1 viz příloha 6
W01_A	OKNA RÁMY		dřevěné okenní rámy
W01_B	OKNA ZASKLENÍ		tep. izolační trojskla

Tab. 6: Popis skladeb pro V.2.0 a V.2.1

Detailnější skladby konstrukcí variant V.2.0 a V.2.1 lze nalézt v příloze 6.

6.6 VARIANTA „BĚŽNÉ“ REKONSTRUKCE

Varianta tzv. „běžné“ rekonstrukce představuje nejčastěji prováděnou podobu rekonstrukce bytového domu.

Dle návrhu nedošlo k úpravám nosných konstrukcí, ani ke změnám dispozic. Byly provedeny pouze dílčí opatření mající charakter vylepšování tepelně izolačních kvalit obálky budovy.

Nevyhovující okna byla nahrazena plastovými okny s dvojskly, obvodové stěny zatepleny 100 mm EPS, sokl pak 60 mm XPS. Strop do nevytápěné půdy byl zateplen 100 mm minerální vlny.

Podlaha na terénu nebyla nově izolována vůbec, strop nad nevytápěným sklepem byl izolován 50 mm minerální vlny.

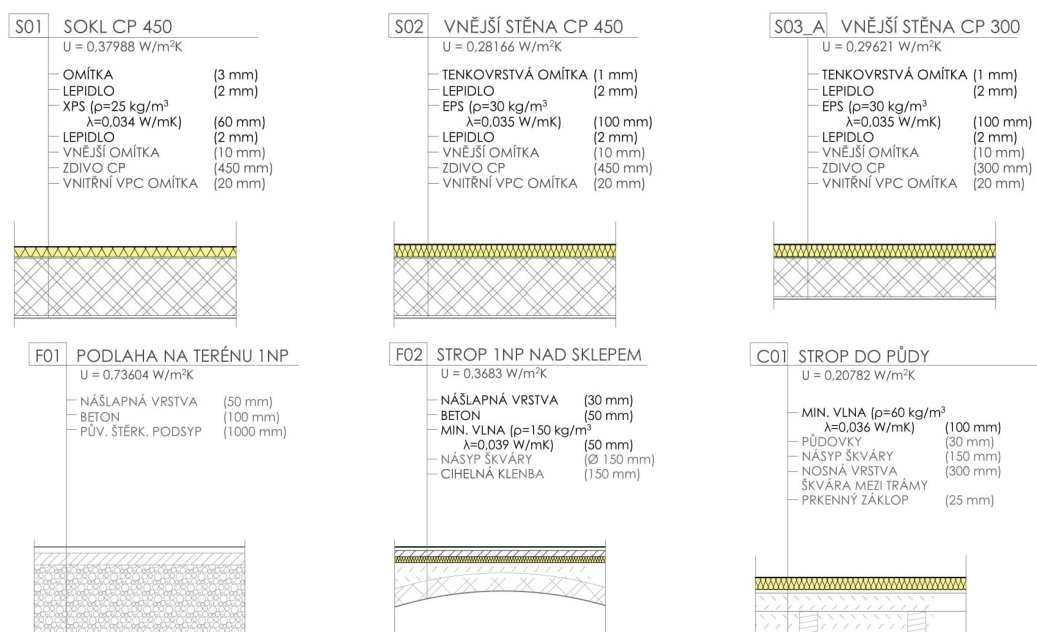
Konstrukce obálky budovy byly navrženy v rozmezí doporučeného a požadovaného součinitele prostupu tepla.

Nadále se v návrhu spoléhá na přirozené větrání, není tedy nijak využíváno zpětného získávání tepla.

Obálka budovy byla pro tuto variantu zaříděna do třídy EN D, z hlediska dílčí dodané energie na vytápění do třídy C s hodnotou 98,3 kWh/m²a. Celkově bylo dosaženo průměrného součinitele prostupu tepla obálkou budovy 0,43 W/m²K.

Takto provedená rekonstrukce BD odpovídá dnešnímu běžnému standardu rekonstrukcí BD. Je zde kladen důraz na nízkou ekonomickou náročnost co do investic s menším ohledem na výsledný komfort a náklady na provoz.

Při běžných rekonstrukcích nejsou běžně aplikovány zásady cirkulární ekonomiky.



Obr. 39: Vybrané skladby varianty V.0.1

7. ENERGETICKÉ POSOUZENÍ

Cílem rekonstrukce BD bylo i mimo jiné uvedení objektu do pasivního standardu. Pro tyto účely byl vypracován Průkaz energetické náročnosti budovy (PENB).

Hlavním kritériem pro pasivní budovu je množství energie potřebné na vytápění budovy, která by se měla pohybovat pod hranicí 15 kWh/m²a. Tohoto kritéria bylo dosaženo pomocí excelového kalkulátoru NKN.

PENB byl zpracován pro současný stav objektu, nově navrhovaný rekonstruovaný stav a dále pro variantu běžné rekonstrukce.

7.1 VOLBA HRANICE ZÓNY

Pro správně provedený energetický posudek je nutné správně zvolit zónování objektu. Tyto zóny pak figurují ve vlastním energetickém posouzení.

7.1.1 SOUČASNÝ STAV

V současném stavu lze odlišit v rámci bytového domu tři zóny podle typu provozu a vytápění.

1PP funguje jako nevytápěný sklep. 1NP a 2NP funguje jako vytápěná zóna, ve které se v současnosti nachází administrativní zázemí firmy, původně se však jednalo o vytápěnou zónu s byty.

3NP slouží kromě jedné místnosti jako nevytápěná půda. Jako tepelně-izolační obálka budovy byly tedy posuzovány pouze konstrukce, které vytvářejí systémová hranice zóny bytů. Schodiště a chodba na mezipodestě v rámci 1NP a 2NP byly taktéž zahrnuty do vytápěné zóny, protože se jedná o malé prostory, nijak neizolované od zóny bytů.

7.1.2 NAVRHOVANÝ STAV

V novém návrhu již figurují pouze dvě zóny.

Beze změn zůstává nevytápěná zóna sklepa. I přestože se jedná o nevytápěný prostor, byla z důvodu úniků tepla z nosných obvodových stěn do základů a zeminy a dosažení dokonalejšího tepelně-izolačního standardu izolována soklová stěna na hodnoty součinitele prostupu tepla v rozmezí doporučená pro pasivní budovy pro vnější stěnu temperovaného prostoru vedoucí do exteriéru.

Vytápěná zóna bytů je nyní zvětšena o celou novou nástavbu 3NP. Naopak zaniká nevytápěná zóna půdy.

Hodnoty jednotlivých parametrů vytápěné zóny BD jsou patrné z následující tabulky.

PARAMETR VYTÁPĚNÉ ZÓNY	JEDNOTKA	SOUČASNÝ STAV	NAVRHOVANÝ STAV	BĚŽNÁ REKONSTRUKCE
VNĚJŠÍ OBJEM ZÓNY	m ³	1943,7	2935,0	1943,7
ENERGETICKY VZTAŽNÁ PLOCHA	m ²	617,5	794,4	617,5
UŽITNÁ PLOCHA	m ²	539,5	663,3	539,5
PODÍL OBJEMU VNITŘNÍCH KCÍ	%	20	20	20
VNITŘNÍ OBJEM ZÓNY	m ³	1555	2348,0	1555
POČET OSOB V ZÓNĚ	-	17,4	21,4	17,4
PŘIRÁŽKA NA VLIV TEPELNÝCH VAZEB	W/m ² K	0,10	0,02	0,05
PLOCHA OBÁLKY BUDOVY	m ²	1252	1336	1252
A/V	m ² /m ³	0,64	0,46	0,64

Tab. 7: Některé parametry vytápěné zóny BD

7.2 TEPELNĚ TECHNICKÝ NÁVRH SKLADEB

Současná podoba skladeb tepelně-izolační obálky budovy nespĺňuje kromě vchodových dveří žádné hodnoty $U_{N,20}$ požadované normou. Byla proto navržena série opatření, která cílí na pasivní standard.

HODNOTY SOUČINITELŮ PROSTUPU TEPLA KONSTRUKCÍ		U_{real} (W/m ² K)	$U_{N,20}$ (W/m ² K)	$U_{rec,20}$ (W/m ² K)	$U_{pas,20}$ (W/m ² K)	U_{new} (W/m ² K)	U_2 (W/m ² K)
označení	pops konstrukce	současná hodnota V.0,0	požadovaná hodnota	doporučená hodnota	doporučené rozmezí pro pasivní domy	nově navržená hodnota	V.0.1 běžná rekonstrukce
S01	SOKL 1PP	1,153	0,75	0,50	0,38 - 0,25	0,263	0,380
S02	VNĚJŠÍ STĚNA CP 450	1,442	0,30	0,25	0,18 - 0,12	0,158	0,282
S03_A	VNĚJŠÍ STĚNA CP 300	1,927	0,30	0,25	0,18 - 0,12	0,162	0,296
S03_B	VNĚJŠÍ STĚNA tl. 300 NOVÁ	-	0,30	0,25	0,18 - 0,12	0,162	0,296
S04	VNĚJŠÍ STĚNA CP 150	2,903	0,30	0,25	0,18 - 0,12	0,167	0,312
S05	VNĚJŠÍ STĚNA _NÁSTAVBA	-	0,30	0,25	0,18 - 0,12	0,147	-
F01	PODLAHA NA TERÉNU 1NP	0,736	0,45	0,30	0,22 - 0,15	0,199	0,736
F02	PODLAHA 1NP NAD SKLEPEM	0,777	0,75	0,50	0,38 - 0,25	0,287	0,368
R01	STŘECHA POCHOZÍ 2NP	0,492	0,24	0,16	0,15 - 0,10	0,101	0,208
R02	STŘECHA NEPOCHOZÍ 3NP	-	0,24	0,16	0,15 - 1,10	0,178	-
W01	OKNA S TROJSKLY	2,800	1,50	1,20	0,80 - 0,60	0,700	1,400
D01	HLAVNÍ VCHODOVÉ DVEŘE	0,900	1,70	1,20	0,90 - 0,90	0,900	0,900

Tab. 8: Tepelně-technické parametry skladeb konstrukcí

Dosažení pasivního standardu po rekonstrukci dále napomáhá i fakt, že změnou geometrie stavby došlo ke snížení faktoru A/V. Objekt se tím stává tzv. kompaktnějším. To je způsobeno snížením podílu ochlazovaných ploch ku celkovému objemu stavby.

7.3 DALŠÍ OPATŘENÍ

Mezi další nutná opatření lze zahrnout systém nuceného větrání, využívající zpětné získávání tepla. Pro potřeby PENB byl zvolen systém s účinností ZZT 70 %. Detailnější popis systému lze nalézt dále v kapitole 12.

7.4 VÝSLEDKY PENB

Pomocí nástroje NKN byl proveden PENB pro současný stav, navrhovaný stav a běžnou rekonstrukci. Kompletní protokoly PENB lze nalézt v příloze 7.

Pro komplexní vyhodnocení považuji za klíčové následující pět parametrů:

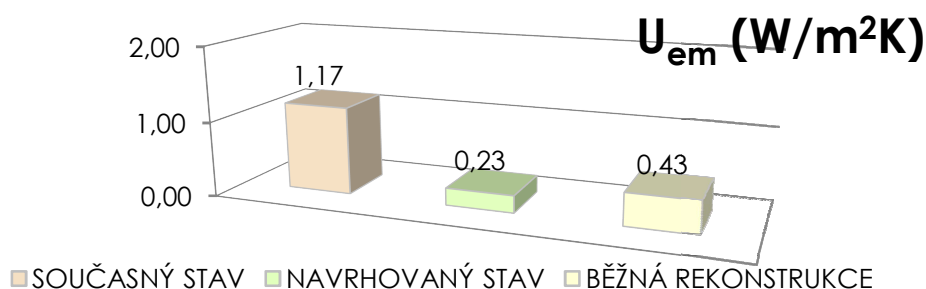
- Průměrný součinitel prostupu tepla obálkou budovy
- Celková dodaná energie do budovy
- Neobnovitelná primární energie
- Dílčí dodaná energie na vytápění
- Dílčí dodaná energie na větrání

PENB pro současný stav budovy jenom potvrdil hypotézu, že budova je značně energeticky náročná a nespĺňuje dnešní normové nároky.

Nově navržený stav dosahuje ve všech zmíněných parametrech třídy A energetický náročnosti, tj. mimořádně úsporné.

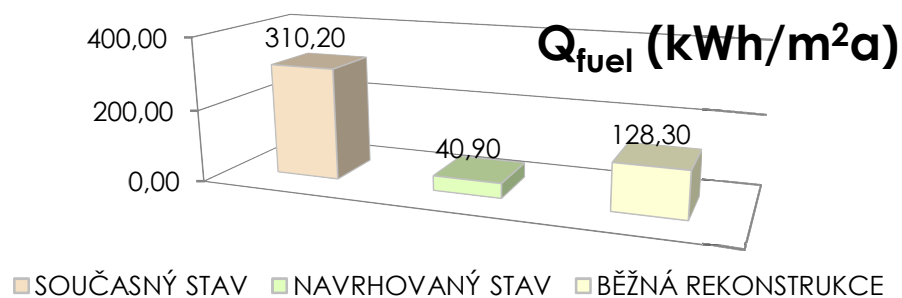
Variantu s běžnou rekonstrukcí splňuje veškeré požadované hodnoty pouze těsně.

7.4.1 PRŮMĚRNÝ SOUČINITEL PROSTUPU TEPLA OBÁLKOU BUDOVY



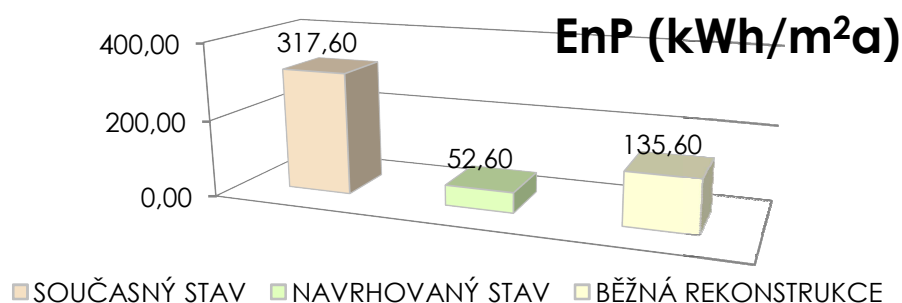
Graf 1: Znárodnění U_{em}

7.4.2 CELKOVÁ DODANÁ ENERGIE DO BUDOVY



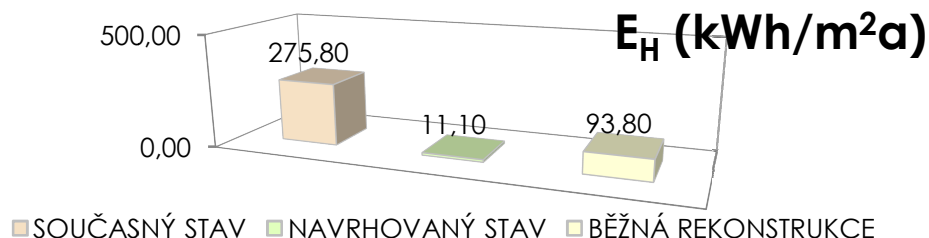
Graf 2: Znáznornění Q_{fuel}

7.4.3 NEOBNOVITELNÁ PRIMÁRNÍ ENERGIE



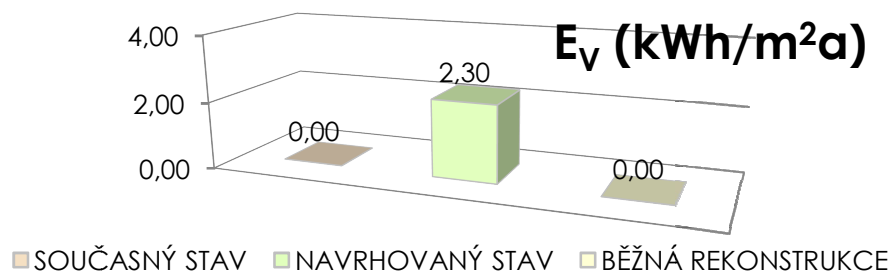
Graf 3: Znáznornění EnP

7.4.4 DÍLČÍ DODANÁ ENERGIE NA VYTÁPĚNÍ



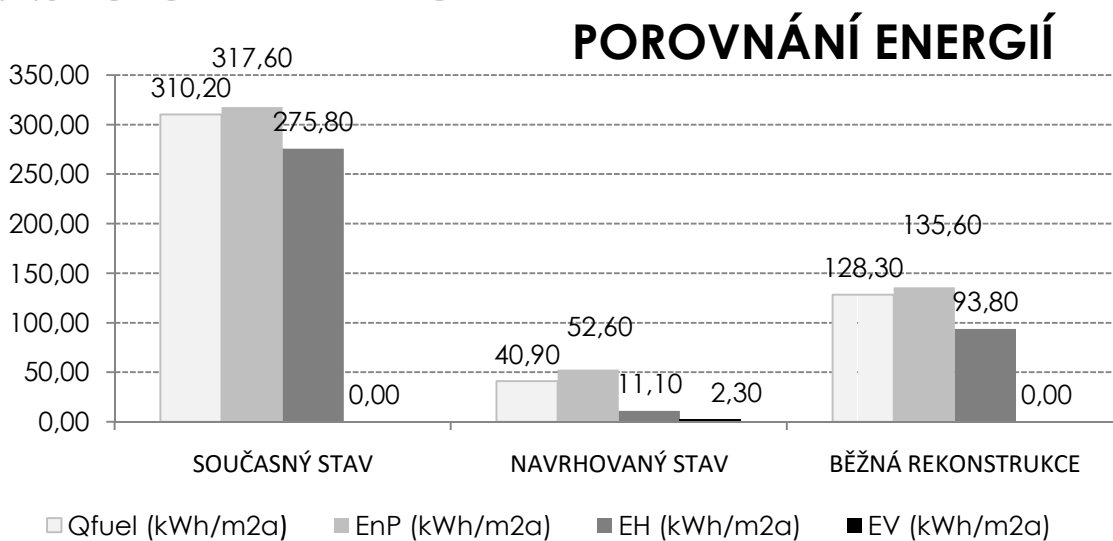
Graf 4: Znáznornění E_h

7.4.5 DÍLČÍ DODANÁ ENERGIE NA VĚTRÁNÍ



Graf 5: Znáznornění E_v

7.4.5 POROVNÁNÍ ENERGIÍ

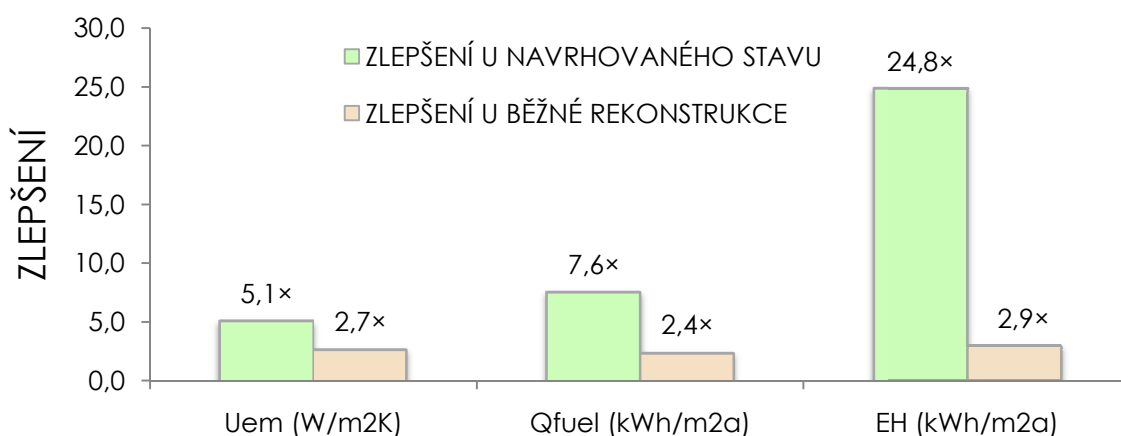


Graf 6: Porovnání energií

7.4.6 ZLEPŠENÍ

	SOUČASNÝ STAV	NAVRHOVANÝ STAV	ZLEPŠENÍ U NAVRHOVANÉHO STAVU	BĚŽNÁ REKONSTR.	ZLEPŠENÍ U BĚŽNÉ REKONSTR.
PRŮMĚRNÝ SOUČINTEL PROSTUPU TEPLA OBÁLKOU BUDOVY					
U_{em} (W/m ² K)	1,17	0,23	5,1 krát	0,43	2,7 krát
CELKOVÁ DODANÁ ENERGIE DO BUDOVY					
Qfuel (kWh/m ² a)	310,20	40,90	7,6 krát	128,30	2,4 krát
DÍLČÍ DODANÁ ENERGIE NA VYTÁPĚNÍ					
E_H (kWh/m ² a)	275,80	11,10	24,8 krát	93,80	2,9 krát

Tab. 9: Zlepšení některých parametrů



Graf 7: Znázornění zlepšení některých parametrů

Je tedy patrné, že po zlepšení U_{em} budovy $5,1\times$ klesne celková dodaná energie do budovy Q_{fuel} $7,6\times$ a dílčí dodaná energie na vytápění E_H až $24,8\times$. Nutno dodat, že v novém návrhu naopak stoupne množství dílčí dodané energie na větrání E_v z 0,00 na $2,30 \text{ kWh/m}^2\text{a}$, protože nový návrh počítá oproti současnému stavu s nuceným větráním se zpětným získáváním tepla.

7.4.7 SHRNUTÍ

Veškeré podstatné výsledky zkoumaných parametrů uvádím pro přehlednost v následující tabulce.

	SOUČASNÝ STAV	NAVRHOVANÝ STAV	BĚŽNÁ REKONSTRUKCE
PRŮMĚRNÝ SOUČINITEL PROSTUPU TEPLA OBÁLKOU BUDOVY			
třída EN	G	A	D
klasifikační ukazatel	2,54	0,49	0,93
U_{em} (W/m ² K)	1,17	0,23	0,43
$U_{em,R}$ (W/m ² K)	0,46	0,47	0,46
CELKOVÁ DODANÁ ENERGIE DO BUDOVY			
třída EN	E	A	C
klasifikační ukazatel	1,63	0,37	0,67
Q_{fuel} (kWh/m ² a)	310,20	40,90	128,30
$Q_{fuel,R}$ (kWh/m ² a)	190,60	111,10	190,60
NEOBNOVITELNÁ PRIMÁRNÍ ENERGIE			
třída EN	E	A	B
klasifikační ukazatel	1,41	0,33	0,60
EnP (kWh/m ² a)	317,60	52,60	135,60
EnP_R (kWh/m ² a)	226,00	158,00	226,00
DÍLČÍ DODANÁ ENERGIE NA VYTÁPĚNÍ			
třída EN	G	A	C
klasifikační ukazatel	2,52	0,28	0,86
E_H (kWh/m ² a)	275,80	11,10	93,80
$E_{H,R}$ (kWh/m ² a)	141,30	60,90	141,30
DÍLČÍ DODANÁ ENRGIE NA VĚTRÁNÍ			
třída EN	-	A	-
klasifikační ukazatel	-	0,24	-
E_v (kWh/m ² a)	-	2,30	-
$E_{v,R}$ (kWh/m ² a)	-	9,70	-

Tab. 10: Shrnutí důležitých hodnot z PENB

8. ENVIRONMENTÁLNÍ VYHODNOCENÍ

Pro celkový návrh rekonstrukce BD s ohledem na zásady cirkulární ekonomiky pro mě bylo environmentální vyhodnocení stěžejním hlediskem.

Vstupními parametry pro mě byla environmentální data o materiálech dostupná z webu envimat.cz [48], dále potom znalost jednotlivých skladeb a jejich plošných výměr.

8.1 VSTUPNÍ PARAMETRY

Pro environmentální vyhodnocení byla použita metodika SBToolCZ, vycházející ze zjednodušeného posuzování životního cyklu LCA.

Funkční jednotkou byl v mém případě 1 m² dané konstrukce BD.

Dále byla zpracována analýza, mající za funkční jednotku celý bytový dům, vždy pro danou konkrétní variantu rekonstrukce.

Jako hranice systému byla zvolena tzv. "cradle to gate", tj. fáze A1, A2 a A3, ve kterých je posuzována pouze výrobní fáze materiálů, konkrétně dodání nerostných surovin, doprava a výroba.

8.2 ZKOUMANÉ ENV. INDIKÁTORY

- Spotřeba primární energie - PEI [MJ] (Svázaná energie)
- Potenciál globálního oteplování - GWP [kg CO_{2,ekv.}] (Svázané emise CO_{2,ekv.})
- Potenciál okyselování prostředí - AP [g SO_{2,ekv.}] (Svázané emise SO_{2,ekv.})
- Potenciál tvorby přízemního ozónu - POCP [g C₂H_{4,ekv.}]
- Potenciál ničení ozonové vrstvy - ODP [g CFC_{2,ekv.}]
- Potenciál eutrofizace prostředí - EP [g PO₄³⁻ ekv.]

8.3 REKAPITULACE VARIANT

- V.0.0 = současný stav
- V.0.1 = běžná rekonstrukce
- V.1.0 = pasivní standard, běžné materiály, bez cirkulárního přístupu

- V.1.1 = pasivní standard, běžné materiály, cirkulární přístup
- V.2.0 = pasivní standard, šetrné materiály, bez cirkulárního přístupu
- V.2.1 = pasivní standard, šetrné materiály, bez cirkulárního přístupu

8.4 REKAPITULACE KONSTRUKCÍ

Pro přehlednost uvádím rekapitulaci konstrukcí, kterých se týkají změny v rámci rekonstrukce BD, a je tedy nutné zahrnout do environmentálního vyhodnocení

název konstrukce	označení	plocha/objem/délka
IZOLACE SOKLU	S01	117,80 m ²
IZOLACE CP 450	S02	476,64 m ²
IZOLACE CP 300	S03_A	17,19 m ²
NOVÁ 300 + IZOLACE	S03_B	47,41 m ²
IZOLACE CP 150	S04	30,20 m ²
NÁSTAVBA	S05	127,49 m ²
PŘÍČKY 1	S06	42,66 m ²
PŘÍČKY 2	S07	42,76 m ²
DOZDÍVÁNÍ 300	S08	13,13 m ²
DOZDÍVÁNÍ 450	S09	11,20 m ²
PODLAHA NA TERÉNU 1NP	F01	52,50 m ²
PODLAHA 1NP NAD SKLEPEM	F02	159,10 m ²
STŘECHA POCHOZÍ 2NP	R01	69,28 m ²
STŘECHA NEPOCHOZÍ 3NP	R02	167,48 m ²
OKNA RÁMY	W01_A	309,60 m
OKNA ZASKLENÍ	W01_B	112,42 m ²
LODŽIE	L	6,72 m ³

Tab. 11: Rekapitulace jednotlivých konstrukcí

8.5 VÝSLEDKY VZTAŽENÉ NA 1 m² KONSTRUKCE

Z dostupných environmentálních dat o jednotlivých materiálech a detailní znalosti jednotlivých skladeb konstrukcí byly dopočítány hodnoty vztažené na 1 m² konstrukce.

Detailní výpočet, včetně grafů je pro větší přehlednost uveden v přílohách, konkrétně v příloze 8.

Z nich je patrné, že aplikace cirkulárního přístupu vede vždy k environmentálně příznivějším výsledkům. Jedinou výjimkou je skladba

venkovní stěny S03_B. Ta je v cirkulární variantě V.1.1 sice postavena z 90 % znovupoužitých plných pálených cihel a jenom 10 % CP nese environmentální zatížení jako nový materiál, ale tuto skladbu je nutné zateplit 200 mm EPS. V necirkulární variantě V.1.0. nesou sice pórobetonové tvárnice plnou environmentální zátěž jako nový materiál, ale jako zateplení postačí pouze 100 mm EPS. To v konečném součtu způsobí menší environmentální náročnost skladby v této variantě.

Je zřejmé, že ne všechny materiály jednotlivých skladeb na celkové environmentální zátěži podílejí stejnou měrou. Některé tenké, nepříliš hmotné vrstvy s sebou nesou značnou environmentální zátěž. Konkrétně se jedná o vrstvy hydroizolace, spádové vrstvy pórobetonu, OSB desky, sádkartonové desky, lepidla kzs apod.

Naopak některé materiály k výsledným hodnotám přispívají pouze zanedbatelně. Jedná se o ocelové spojovací prostředky u konstrukcí dřevostaveb, omítky nebo sypané vrstvy štěrku. V případě ocele a omítek jsou tyto nízké hodnoty dány malým množstvím použitého materiálu. Naopak v případě štěrku a sypkých materiálů obecně lze nalézt vysvětlení v tom, že se jedná o přírodní materiál, který není nutné dále nějak náročně zpracovávat.

Podobný princip lze pozorovat i u mnou používané dřevovláknité izolace. Jedná se o materiál na přírodní bázi, který vzniká rozvlákněním dřeva a lisováním do desek nebo rohoží o různých hustotách. Oproti tomu konveční izolační materiály typu EPS, XPS, min. vlna apod. kladou značné nároky na vstupní energii a vyprodukuje se při jejich výrobě větší množství emisí. Je nutné dodávat značné množství tepelné energie na změnu struktury materiálu.

Dalším možným přístupem by mohlo být použití vysoce efektivních materiálů s velkou únosností. Tyto materiály sice nejsou na 1 kg své váhy environmentálně příznivé, ale umožňují být použity pouze v malém množství, tudíž v konečném součtu bude celková hodnota nízká.

Za nevýhodné považuji používání nových plných pálených cihel. Na výrobu cihelného střepu je potřeba značné množství energie. Hotový nevylehčený výrobek je na jeden kus zdícího prvku mnohem těžší než moderní zdící tepelně izolační tvárnice a tím pádem i environmentálně méně příznivý. Další nevýhodou je nutnost izolovat CP větší tloušťkou tepelné izolace, což environmentální náročnost skladby ještě navyšuje.

Je nutné mít na paměti, že v tomto hodnocení se jedná o hodnoty vztažené na 1 m² konstrukce. Ne všechny konstrukce se tedy na konečném výsledku podílí stejnou měrou. Jako dobrý příklad mohou posloužit skladby S08 a S09. Jedná se o zazdívání dveřních otvorů ve vnitřních stěnách tl. 300 a 450 mm. Z důvodu svojí malé celkové plochy se tyto skladby na celkovém environmentálním hodnocení budou projevovat jen neznatelně.

Největším nositelem environmentální zátěže naopak bude konstrukce s největší plochou, tj. zateplení vnějších stěn.

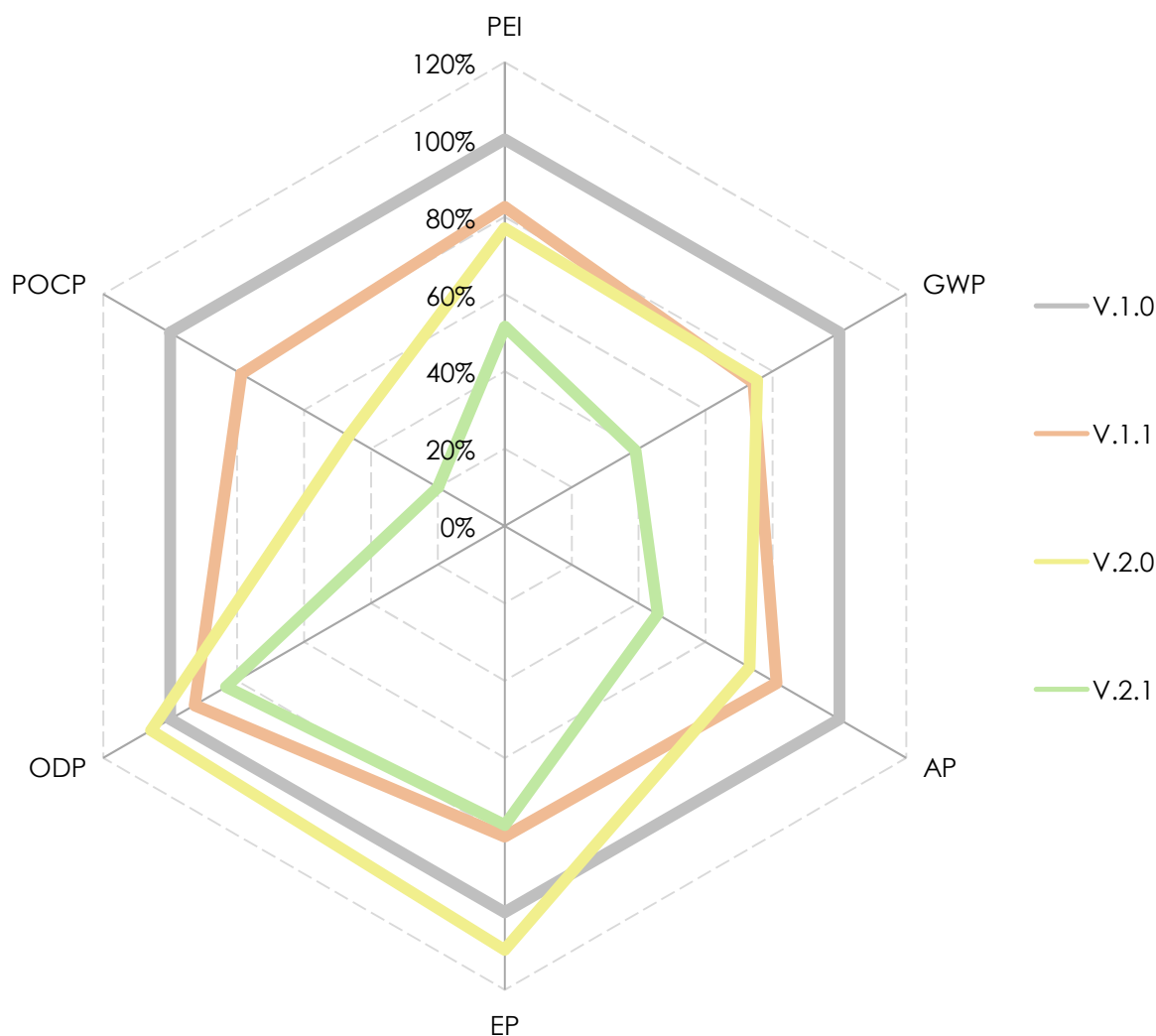
Pro relevantní vyhodnocení budovy jako celku je tedy nutné zpracovat celkové vyhodnocení.

8.6 CELKOVÉ VÝSLEDKY

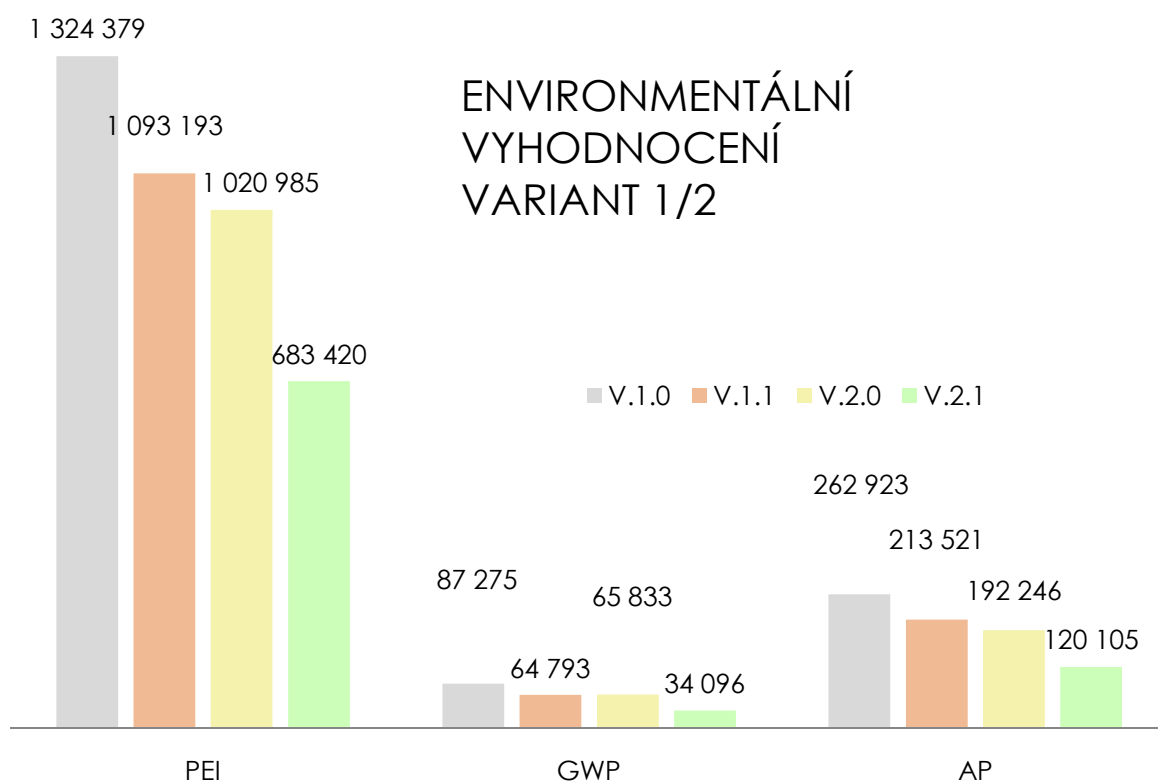
Celkové výsledky pro byly zpracovány za použití předchozích mezivýsledků vztahených na 1 m² plochy konstrukcí a znalostí jednotlivých plošných výměr skladeb.

Výsledek je porovnání čtyř různých variant rekonstrukce BD v pasivním standardu, konkrétně V.1.0, V.1.1, V.2.0 a V.2.1. Veškeré grafy a výpočty lze nalézt v příloze 9.

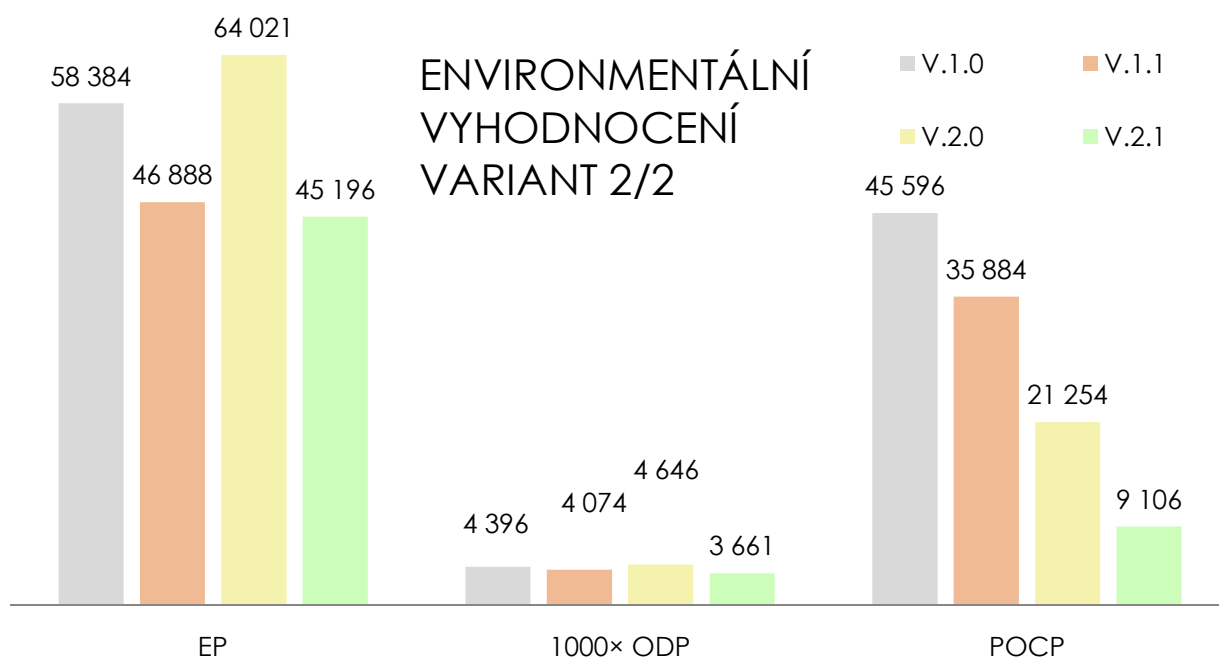
V celkovém porovnání vychází ve všech zkoumaných parametrech jako environmentálně nejpříznivější varianta V.2.1, tj. varianta používající šetrné materiály a zároveň využívající principy cirkularity.



Graf 8: Porovnání jednotlivých variant rekonstrukce



Graf 9: Environmentální vyhodnocení variant 1/2



Graf 10: Environmentální vyhodnocení variant 2/2
(parametr ODP byl pro názorné zobrazení v grafu vynásoben 1000×)

Krom vítězné varianty se další varianty ve výsledcích jednotlivých parametrů liší. Bylo nutné proto jednotlivým parametrům přiřadit různé váhy a pro konečný výsledek dopočítat vážený průměr.

VARIANTY			V.1.0	V.1.1	V.2.0	V.2.1
PARAMETR	PEI	HODNOTA	1 324 379	1 093 193	1 020 985	683 420
JEDNOTKA	(MJ)	POŘADÍ	4	3	2	1
VÁHA		10	40	30	20	10
PARAMETR	GWP	HODNOTA	87 275	64 793	65 833	34 096
JEDNOTKA	kg CO2	POŘADÍ	4	2	3	1
VÁHA		8	32	16	24	8
PARAMETR	AP	HODNOTA	262 923	213 521	192 246	120 105
JEDNOTKA	g SO2	POŘADÍ	4	3	2	1
VÁHA		6	24	18	12	6
PARAMETR	EP	HODNOTA	58 384	46 888	64 021	45 196
JEDNOTKA	g (PO4)3-	POŘADÍ	3	2	4	1
VÁHA		3	9	6	12	3
PARAMETR	ODP	HODNOTA	4,396	4,074	4,646	3,661
JEDNOTKA	g R-11	POŘADÍ	3	2	4	1
VÁHA		3	9	6	12	3
PARAMETR	POCP	HODNOTA	4 5596	35 884	21 254	9 106
JEDNOTKA	g C2H4	POŘADÍ	4	3	2	1
VÁHA		3	12	9	6	3
SUMA VÁŽENÝCH PARAMETRŮ			126	85	126	85
SOUČET BODŮ			33	33	33	33
POŘADÍ VYPOČÍTANÉ			3,82	2,58	3,82	2,58
POŘADÍ REÁLNÉ			4	2	3	1

Tab. 12: Vážený průměr environmentálních výsledků

9. ROZŠÍŘENÉ ENVIRONMENTÁLNÍ POSOUZENÍ

Pro správné a komplexní vyhodnocení vlivu rekonstrukce stavby na životní prostředí bylo nutné zpracovat ještě další rozšiřující environmentální posouzení, které bere v potaz environmentální náročnost spojenou s vybranými procesy při jednotlivých variantách rekonstrukce.

Tato část by měla být chápána spíše jako úvaha nad tím, které procesy bude nutné v jednotlivých variantách rekonstrukce provést a zhruba jaká environmentální náročnost tomuto procesu může odpovídat. Nejedná se o podrobné, přesné vyhodnocení.

Pro toto posouzení byla využita data z webu švýcarské databáze ecoinvent.org [49]

Nad rámec předchozí analýzy, postihující fáze životního cyklu budovy A1, A2 a A3 (tj. výrobní fáze) tato analýza vyčísluje i fáze užívání B5 – rekonstrukce a fáze konce životního cyklu C1 – C4 – demolice/dekonstrukce, doprava, zpracování odpadu a odstranění.

9.1 NECIRKULÁRNÍ VARIANTY

Tyto nešetrné varianty rekonstrukce využívají pouze nový stavební materiál. Veškerý vybouraný stavební materiál je považován za odpad a je odvážen na skládku.

Celkem se jedná o 6420 kg dřeva z konstrukce krovu, 52158 kg plných pálených cihel, 23276 kg betonu a 17325 kg stěrku. Pro demontáž trámů krovu je počítáno i s provozem jeřábu.

9.2 CIRKULÁRNÍ VARIANTY

Cirkulární varianty rekonstrukce se snaží na vybouraný materiál pohlížet jako na dostupnou a šetrnou surovinu pro další použití.

Je počítáno s použitím jeřábu na dekonstrukci krovu a následnou konstrukci střešní nástavby. Dále bude recyklované zdivo z plných pálených cihel, vrstvy betonu z podlah, škvára i stěrky.

Veškeré podrobnější výpočty lze nalézt v příloze 10.

9.3 VÝSLEDKY POSOUZENÍ

Pro přehlednost uvádím výsledky posouzení v tabulce.

V první tabulce uvádím výsledky z environmentálního posouzení z kapitoly 8, v druhé tabulce výsledky vyplývající z úvahy o možných procesech a jejich náročnosti. V poslední tabulce je uvedena konečná součtová hodnota.

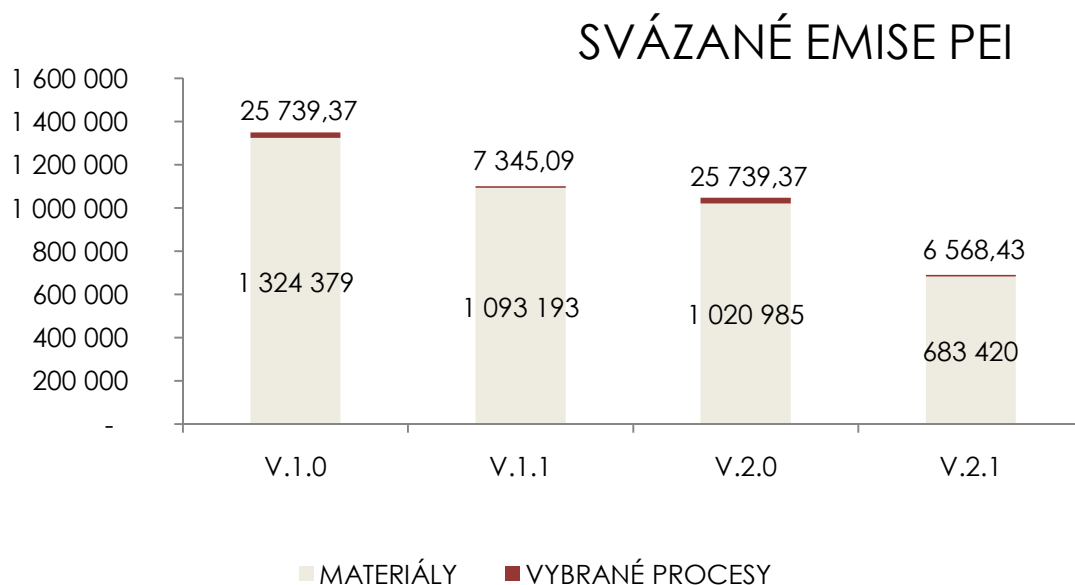
SVÁZANÉ EMISE V MATERIÁLECH (ENVIMAT)							
	PEI	GWP	AP	EP	ODP	POCP	
	(MJ)	kg CO ₂	g SO ₂	g (PO ₄) ₃₋	g R-11	g C ₂ H ₄	
V.1.0	1 324 379	87 275	262 923	58 384	4,40	45 596	
V.1.1	1 093 193	64 793	213 521	46 888	4,07	35 884	
V.2.0	1 020 985	65 833	192 246	64 021	4,65	21 254	
V.2.1	683 420	34 096	120 105	45 196	3,66	9 106	

SVÁZANÉ EMISE SPOJENÉ S NĚKTERÝMI PROCESY VÝSTAVBY (ECOINVENT)							
	PEI	GWP	AP	EP	ODP	POCP	
	(MJ)	kg CO ₂	g SO ₂	g (PO ₄) ₃₋	g R-11	g C ₂ H ₄	
V.1.0	25739,37	1475,70	7,55	11,14	0,0343	0,3802	
V.1.1	7345,09	797,39	2,88	4,97	0,0001	0,2055	
V.2.0	25739,37	1475,70	7,55	11,14	0,0343	0,3802	
V.2.1	6568,43	424,48	2,74	4,94	0,0001	0,1037	

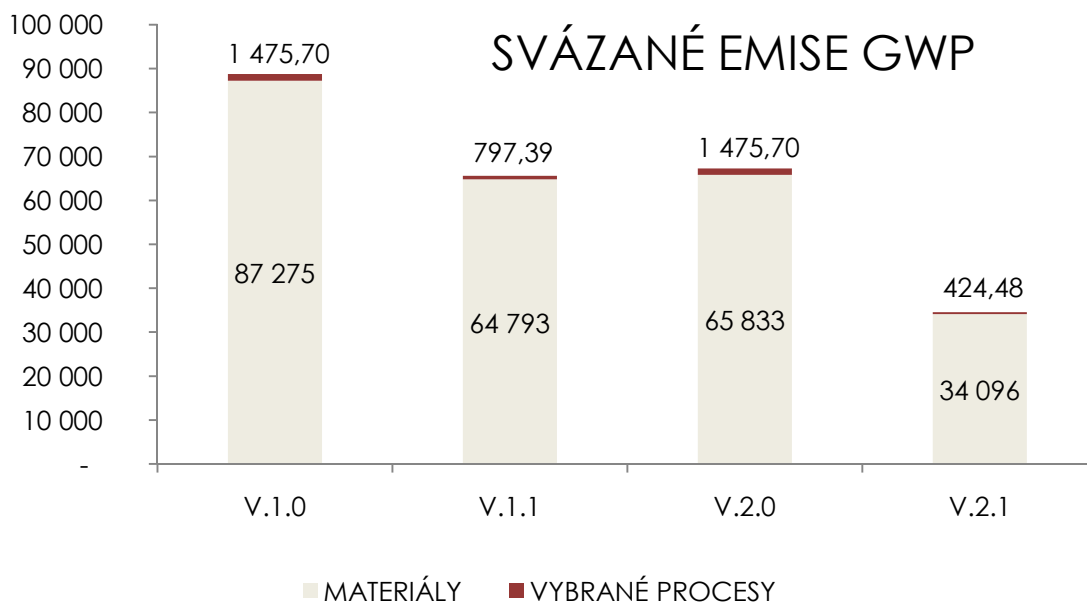
SUMA SVÁZANÝCH EMISÍ							
	PEI	GWP	AP	EP	ODP	POCP	
	(MJ)	kg CO ₂	g SO ₂	g (PO ₄) ₃₋	g R-11	g C ₂ H ₄	
V.1.0	1 350 119	88 751	262 931	58 396	4,43	45 596	
V.1.1	1 100 538	65 590	213 524	46 893	4,07	35 884	
V.2.0	1 046 725	67 309	192 254	64 032	4,68	21 255	
V.2.1	689 988	34 521	120 107	45 200	3,66	9 106	

Tab. 13: Hodnoty rozšířeného environmentálního posouzení

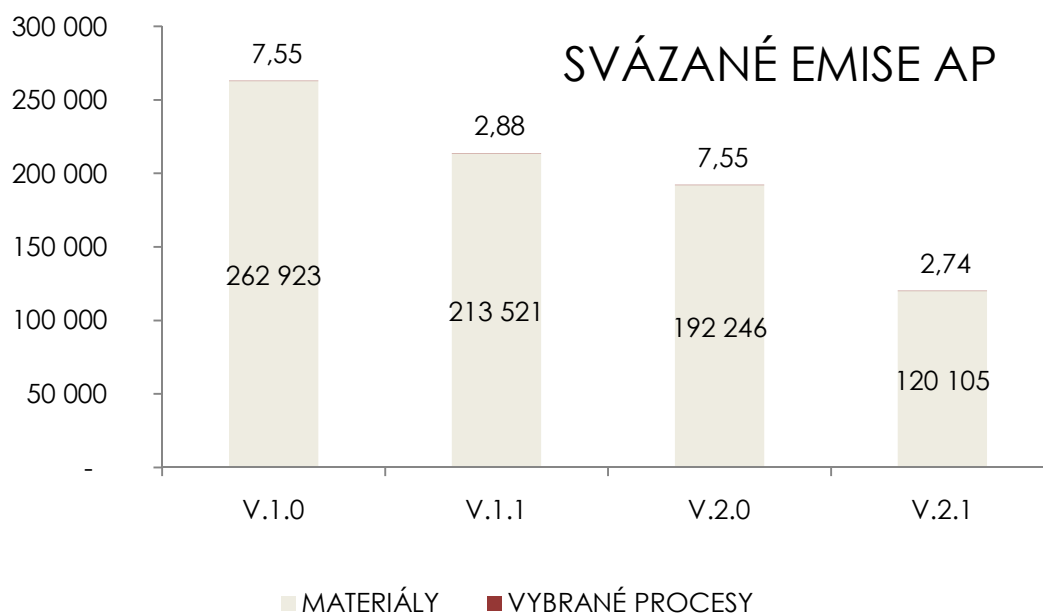
9.4 GRAFICKÉ POROVNÁNÍ



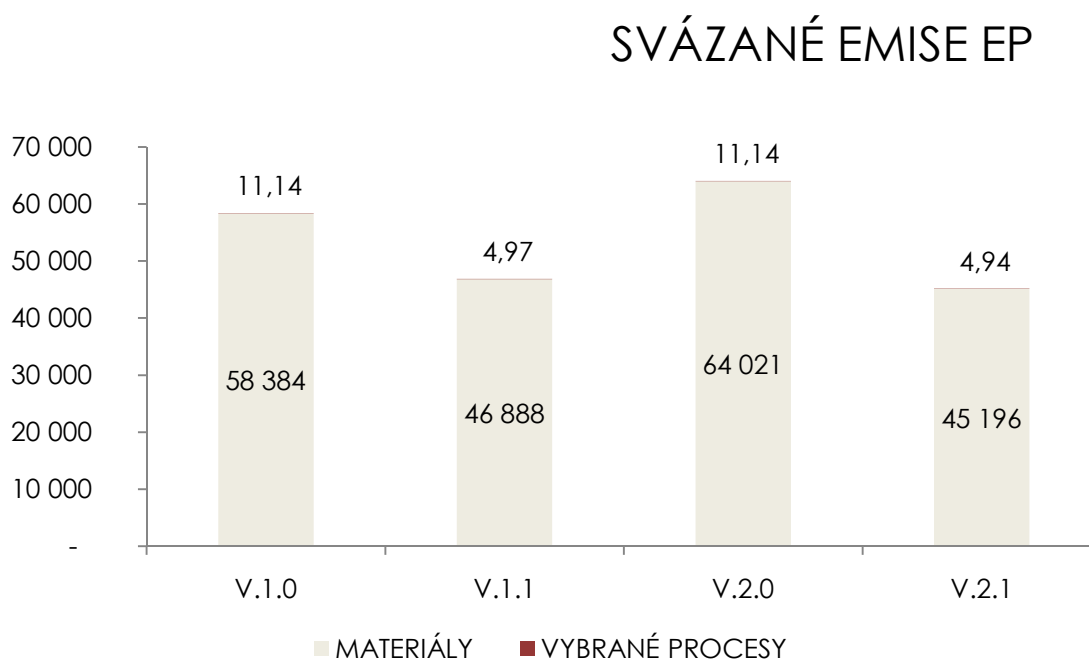
Graf 11: Navýšení hodnot PEI o vybrané procesy



Graf 12: Navýšení hodnot GWP o vybrané procesy

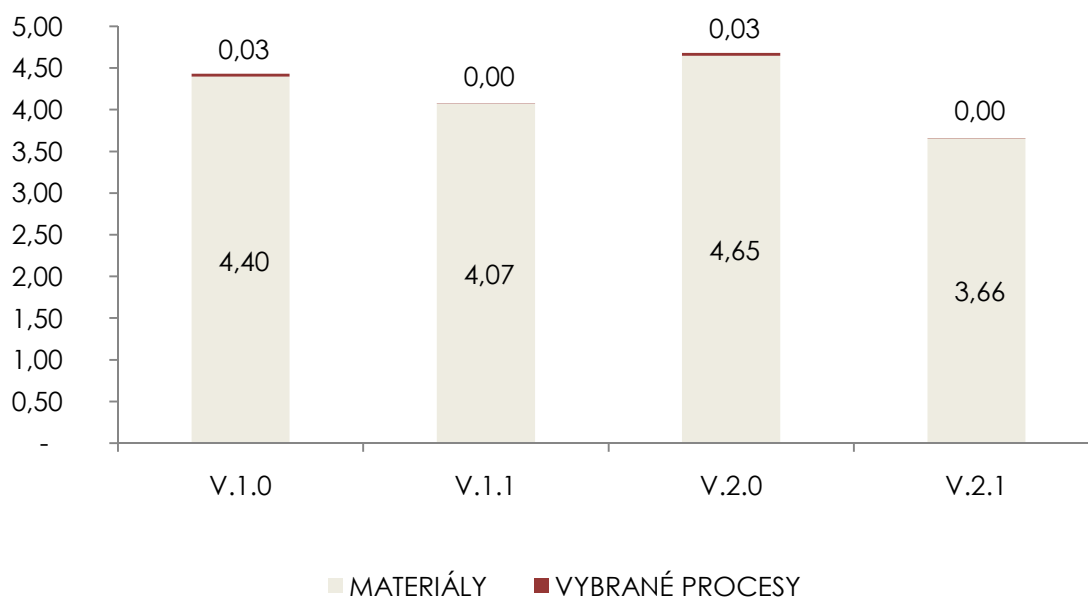


Graf 13: Navýšení hodnot AP o vybrané procesy



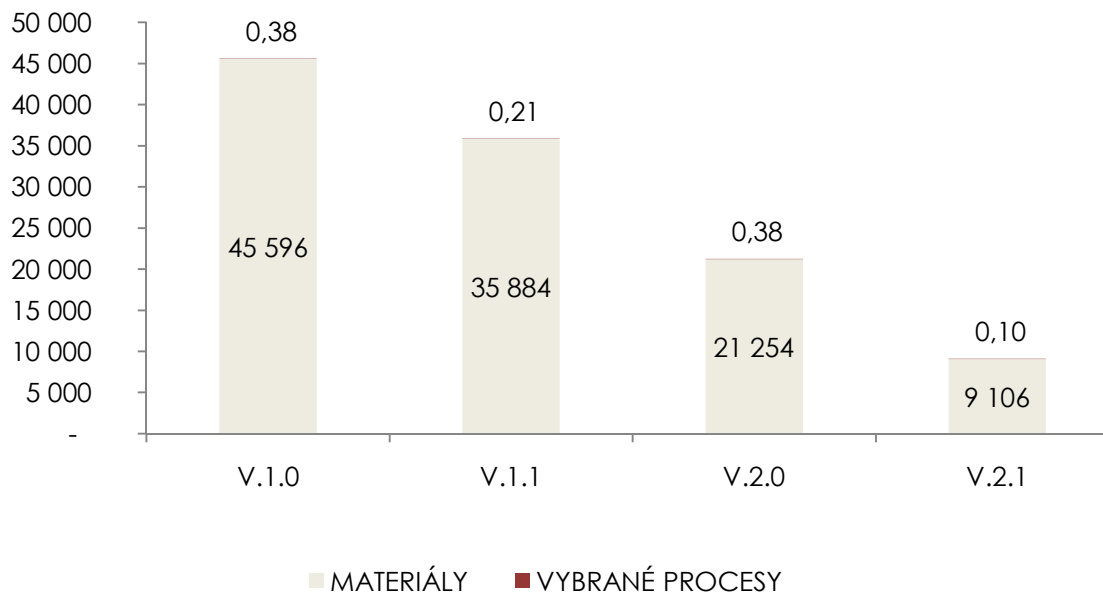
Graf 14: Navýšení hodnot EP o vybrané procesy

SVÁZANÉ EMISE ODP



Graf 15: Navýšení hodnot ODP o vybrané procesy

SVÁZANÉ EMISE POCP



Graf 16: Navýšení hodnot POCP o vybrané procesy

9.5 KOMENTÁŘ VÝSLEDKŮ

Z grafů je patrné, že navýšení hodnot environmentální zátěže o nezbytné procesy při rekonstrukci není nijak dramatické.

Jedná se o poměrně malé hodnoty a v porovnání s celkovou environmentální zátěží je lze považovat za zanedbatelné.

I přestože tyto hodnoty nejsou nijak přesné a mají spíše charakter odhadu na základě úvahy o možných procesech, se dá říci, že ani během reálné rekonstrukce by tyto hodnoty nijak nezměnily poměry environmentální náročnosti vypočítané v kapitole 8.

10. „BĚŽNÁ“ VARIANTA REKONSTRUKCE

Dalším krokem bylo environmentální vyhodnocení varianty běžné rekonstrukce, tj. varianty V.0.1 a její porovnání s ostatními variantami.

Tato varianta rekonstrukce je co do rozsahu nejméně invazivní. Jedná se pouze o aplikaci kontaktního zateplovacího systému, výměnu oken, zateplení půdy, podlah a úpravu dělicích příček. Veškeré skladby lze dohledat v příloze 6.

Cílem nebylo dosáhnout pasivního standartu, pouze splnit požadované hodnoty na součinitel prostupu tepla konstrukcemi. Environmentální zátěž této rekonstrukce se dá tedy očekávat nižší než při předchozích variantách.

10.1 VÝSLEDKY POSOUZENÍ

Úplné vyhodnocení této varianty lze nalézt v příloze 11.

Zde uvádím pouze výsledné hodnoty shrnuté v následující tabulce.

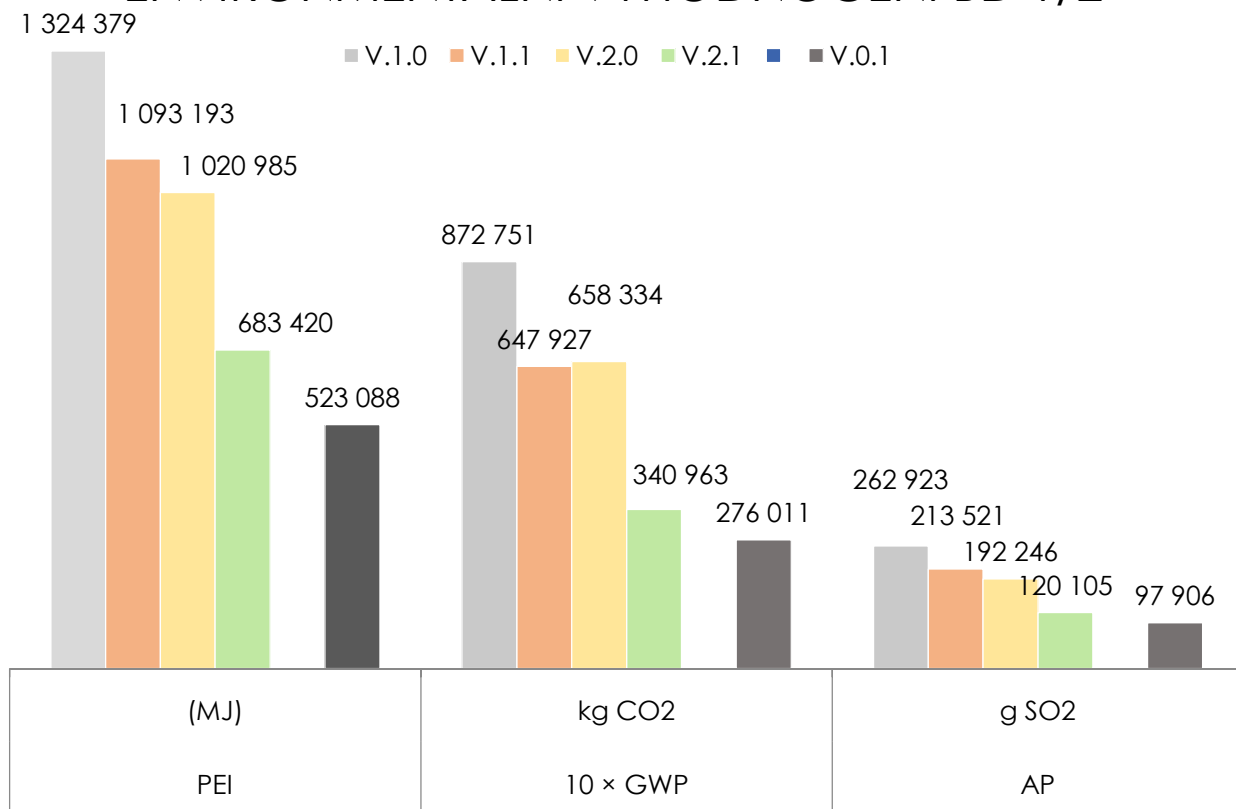
ENVIRONMENTÁLNÍ VYHODNOCENÍ CELÉHO BD (ENVIMAT)						
VARIANTA	PEI (MJ)	GWP kg CO ₂	AP g SO ₂	EP g (PO ₄) ₃ -	ODP g R-11	POCP g C ₂ H ₄
V.1.0	1 324 379	87 275	262 923	58 384	4,40	45 596
V.1.1	1 093 193	64 793	213 521	46 888	4,07	35 884
V.2.0	1 020 985	65 833	192 246	64 021	4,65	21 254
V.2.1	683 420	34 096	120 105	45 196	3,66	9 106
V.0.1	523 088	27 601	97 906	25 131	1,78	18 833

Tab. 14: Environmentální vyhodnocení celého domu

Tato varianta je ze všech jednoznačně nejméně environmentálně náročná. To je i patrné z grafů 11 a 12.

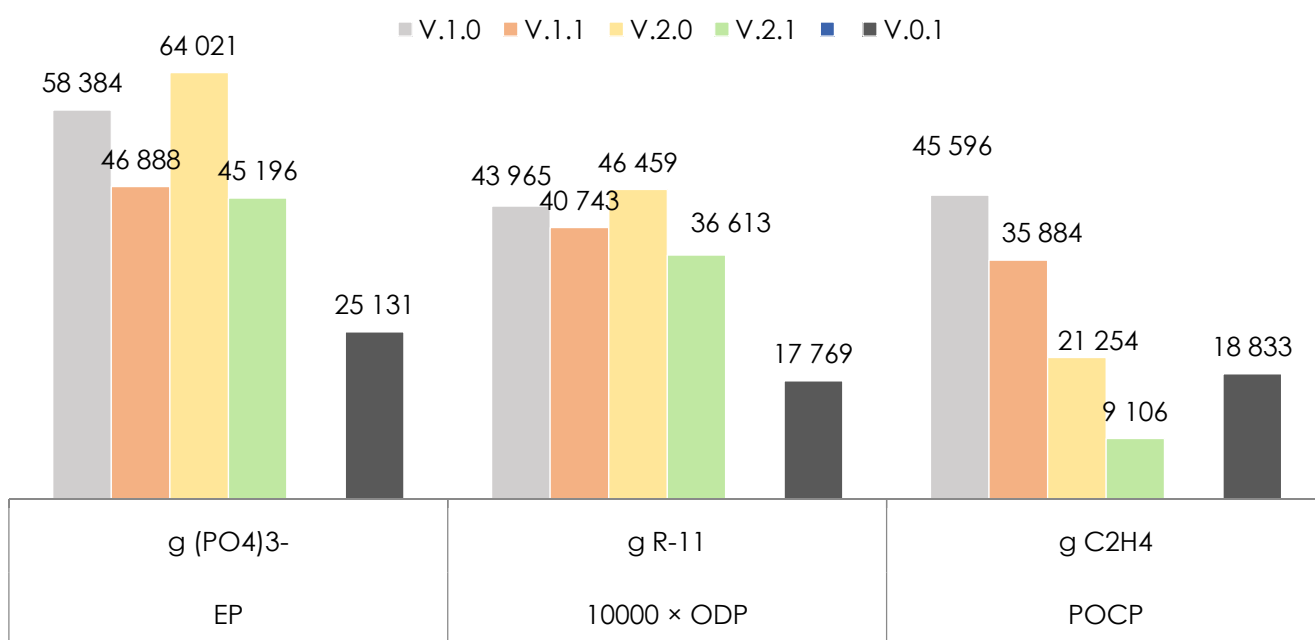
Je tedy jasné, že co do vstupních hodnot se jeví tato varianta jako vítězná. Bude třeba provést několikoroční bilanci simulace provozu budovy a vyhodnotit jednotlivé varianty s několikoročním odstupem. Zde se dá očekávat, že varianta V.0.1 již jako neztvítězí, naopak se uplatní výhody varianty rekonstrukce do pasivního standartu.

ENVIRONMENTÁLNÍ VYHODNOCENÍ BD 1/2



Graf 17: Environmentální vyhodnocení celého BD1/2

ENVIRONMENTÁLNÍ VYHODNOCENÍ BD 2/2



Graf 18: Environmentální vyhodnocení celého BD 2/2

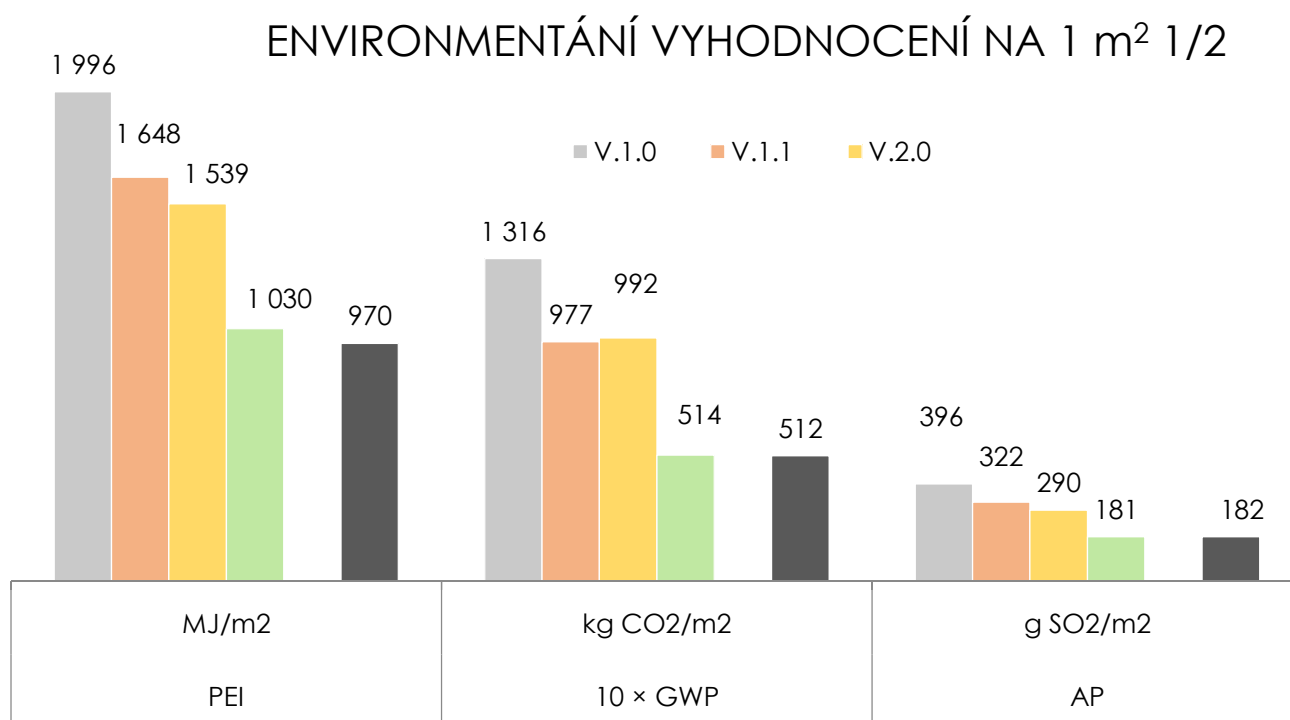
10.2 POROVNÁNÍ HODNOT

Jednotlivé varianty rekonstrukce se liší svým rozsahem. Nově zbudovaná střešní nástavba zvětšuje vnitřní podlahovou plochu ze stávající 539,3 m² na 663,4 m². Běžná varianta rekonstrukce V.0.1 se střešní nástavbou nepočítá. Porovnání na úrovni celého domu tedy nemá velkou vypovídající hodnotu. Lépe pro porovnání poslouží hodnoty vztahované na 1 m² podlahové plochy.

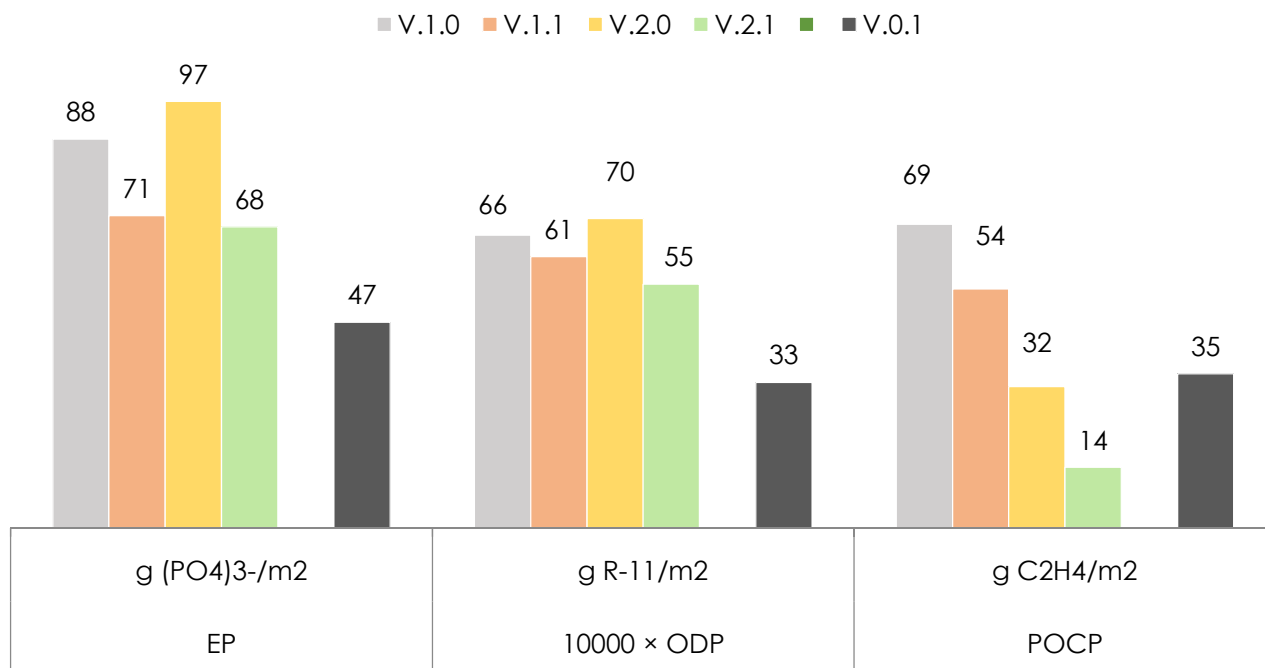
Tyto hodnoty uvádím v následující tabulce a grafech.

ENVIRONMENTÁLNÍ VYHODNOCENÍ na 1 m ² PODLAHOVÉ PLOCHY (ENVIMAT)							
	PEI	GWP	AP	EP	ODP	POCP	
	MJ/m ²	kg CO ₂ /m ²	g SO ₂ /m ²	g (PO ₄) ₃ -/m ²	g R-11/m ²	g C ₂ H ₄ /m ²	
V.1.0	1 996	132	396	88	0,0066	69	
V.1.1	1 648	98	322	71	0,0061	54	
V.2.0	1 539	99	290	97	0,0070	32	
V.2.1	1 030	51	181	68	0,0055	14	
V.0.1	970	51	182	47	0,0033	35	

Tab. 15: Environmentální vyhodnocení vztahované na 1 m² podlahové plochy



Graf 19: Environmentální vyhodnocení vztahované na 1 m² podlahové plochy 1/2

ENVIRONMENTÁLNÍ VYHODNOCENÍ NA 1 m² 2/2

Graf 20: Environmentální vyhodnocení vztážené na 1 m² podlahové plochy 2/2

10.3 KOMENTÁŘ VÝSLEDKŮ

Při porovnání environmentální náročnosti na úrovni celého domu vychází jako nejméně náročná varianta V.0.1.

Tato varianta má totiž menší vnitřní podlahovou plochu, bavíme se tedy zjednodušeně řečeno o „menším“ domě.

Dále není cíleno na tak vysoký energetický standard oproti zbývajícím variantám. Je dosaženo průměrného součinitele prostupu tepla obálkou budovy U_{em} 0,43 W/m²K, ve zbývajících variantách 0,23 W/m²K.

V zatřídění dle energetické náročnosti je splněna pouze třída D, oproti třídě A ve zbylých variantách.

Pokud ale environmentální náročnost rekonstrukce vztáhneme k 1m² vnitřní plochy vytápěné zóny, tj. zóny s byty, dostaneme téměř shodné výsledky v hlavních parametrech PEI, GWP a AP.

V parametru POCP je dosaženo dokonce lepšího výsledku v pasivních variantách. Naopak v parametrech EP a ODP je výsledek výrazně horší v neprospěch pasivní varianty, přesto se však celkově jedná o značně uspokojivý výsledek.

11. SIMULACE PROVOZU BD

Z předcházející kapitoly dle očekávání vyplynulo, že méně důkladná rekonstrukce, cílící na nižší energetický standard bude z environmentálního hlediska příznivější. Jedná se ale pouze o hodnoty spojené se samotnou rekonstrukcí bez ohledu na následný provoz budovy.

Za průkazné lze tedy považovat pouze takové porovnání, které bude brát ohledy nejen na vstupní náročnost rekonstrukce, ale i na náročnost provozu (fáze užívání – B6 – provozní spotřeba energie)

Pro následující porovnání jsem si zvolil horizont 20 let, ve kterém se dá předpokládat, že nebude nutné provádět nijak zásadní stavební opravy BD spojené např. s úpravami zateplovacího systému, výměnou oken apod.

11.1 VYČÍSLNÍ ENERGIÍ

Následující tabulka zobrazuje vyčíslení jednotlivých energií nutných pro provoz budovy, vztažených na 1 m² a rok a dále ekvivalentní primární energii nutnou pro nezbytné stavební úpravy.

HODNOTY NA 1 m ²		EVP m ²	U _{em} (W/m ² K)	Q _{fuel} (kWh/m ² a)	EnP (kWh/m ² a)	E _H (kWh/m ² a)	E _V (kWh/m ² a)	PEI _{rek} (MJ)	PEI _{rek} (kWh)
SOUČASNÝ STAV	V.0.0	617,50	1,17	310,20	317,60	275,80	0,00	0,00	0,00
BĚŽNÁ REKONSTRUKCE	V.0.1	617,50	0,43	128,30	135,60	93,80	0,00	523 088	145 302
NAVRHOVANÝ STAV	V.2.0	794,40	0,23	40,90	52,60	11,10	2,30	683 420	189 834

Tab. 16: Vyčíslení energií

Jednotlivé varianty se však liší ve velikosti energeticky vztažené plochy, protože v nové variantě přibyla střešní nástavby.

11.2 NÁROČNOST PROVOZU BD ZA 1 ROK

PROVOZ _ za 1 rok	Q _{fuel} (kWh/a)	EnP (kWh/a)	E _H + E _V (kWh/a)	Zlepšení E _H + E _V %
V.0.0	191 549	196 118	170 307	100,00%
V.0.1	79 225	83 733	57 922	34,01%
V.2.0	32 491	41 785	10 645	6,25%

Tab. 17: Náročnost provozu BD za 1 rok

Z tabulky lze vyčíst, že obě podoby rekonstrukce vedou k razantnímu snížení energetické náročnosti budovy. Varianta V.2.0 i přes navýšení

energeticky vztažné plochy redukuje potřebu dílčí dodané energie na vytápění a větrání na 6,25 % oproti původnímu stavu.

11.3 NÁROČNOST PROVOZU BD ZA 20 LET

PROVOZ _ za 20 let	Q_{fuel} (kWh)	EnP (kWh)	$E_H + E_V$ (kWh)	Zlepšení $E_H + E_V$ %
V.0.0	3 830 970	3 922 360	3 406 130	100,00%
V.0.1	1 584 505	1 674 660	1 158 430	34,01%
V.2.0	649 819	835 709	212 899	6,25%

Tab. 18: Náročnost provozu BD za 20 let

11.4 CELKOVÉ VYČÍSLLENÍ

Následující tabulka zobrazuje součet primární energie nutné na rekonstrukce a celkové dodané energie do budovy nebo neobnovitelné primární energie. Jde o údaje získané z předchozích výpočtů (kapitola 8.6) a PENB (kapitola 7.4).

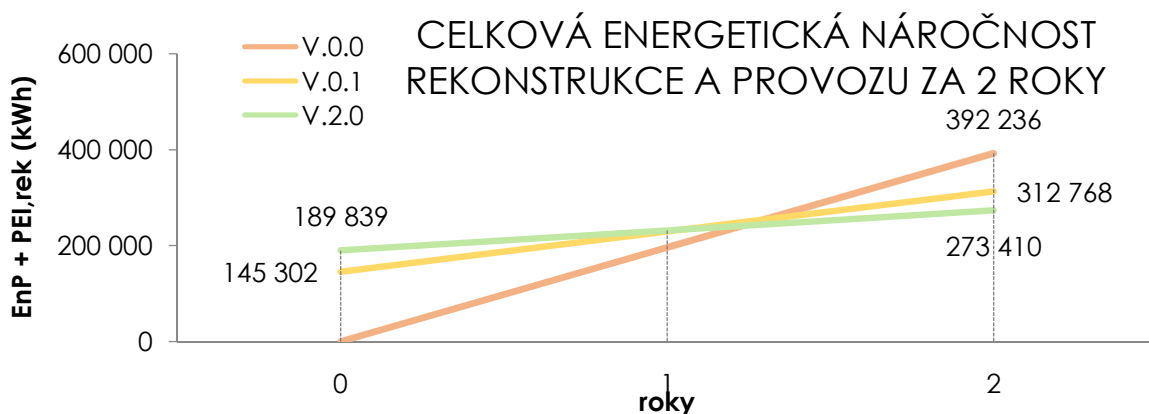
ČISTÁ HODNOTA ZA 20 LET	Q_{fuel} (kWh)	EnP (kWh)	PEI _{rek} (kWh)	EnP + PEI _{rek} (kWh)	$Q_{\text{fuel}} + \text{PEI}_{\text{rek}}$ (kWh)
V.0.0	3 830 970	3 922 360	0	3 922 360	3 830 970
V.0.1	1 584 505	1 674 660	145 302	1 819 962	1 729 807
V.2.0	649 819	835 709	189 839	1 025 548	839 658

Tab. 19: Celkové vyčíslení energií za 20 let

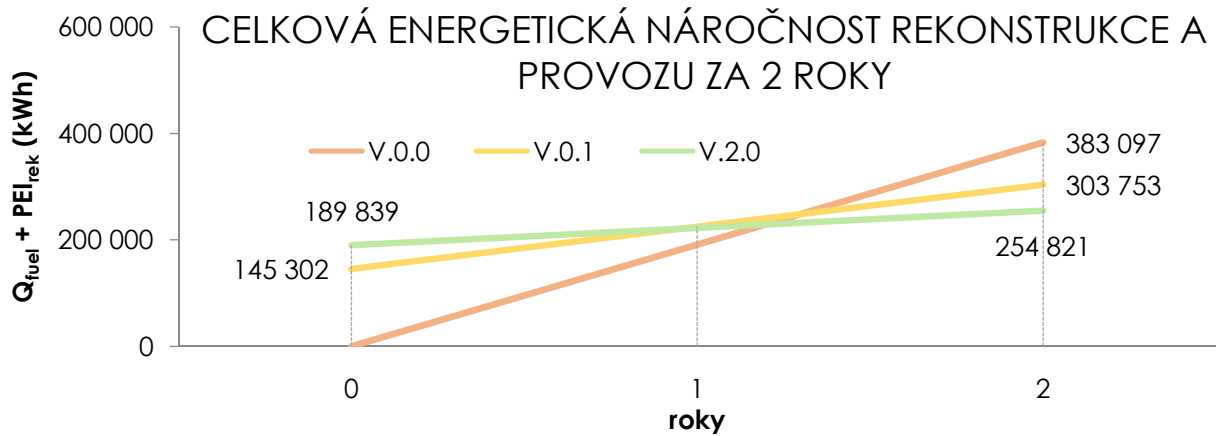
Celková energetická náročnost BD v horizontu 20 let bude výrazně snížena v obou variantách a to včetně svázané primární energie obsažené v nových materiálech.

Doba návratnosti energie se pohybuje mezi prvním a druhým rokem provozu BD.

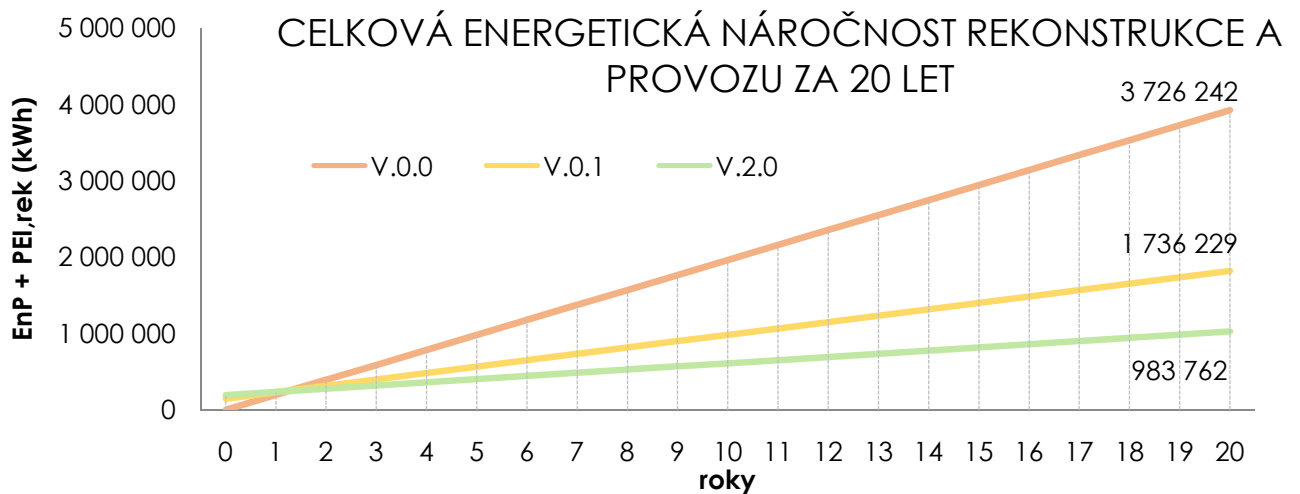
11.5 GRAFICKÉ ZNÁZORNĚNÍ



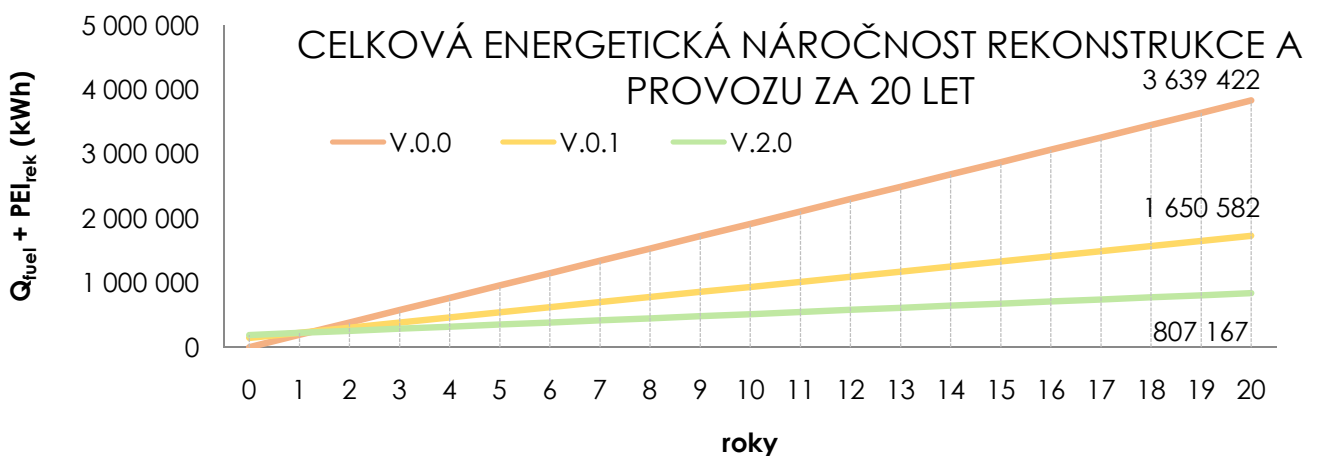
Graf 21: Energetické náročnost za 2 roky (EnP + PEI, rek)



Graf 22: Energetické náročnost roky za 2 ($Q_{fuel} + PEI_{rek}$)



Graf 23: Energetické náročnost za 20 let ($EnP + PEI_{rek}$)



Graf 24: Energetické náročnost za 20 let ($Q_{fuel} + PEI_{rek}$)

12. KONCEPT TZB

12.1 ANALÝZA ENERGOOSITELŮ

BD je v současném stavu zásobován teplem z místní teplárny v rámci areálu chemického závodu Explosia.

Teplá voda je v současném stavu připravována pomocí průtokách ohřivačů nebo malých zásobníkových ohřivačů lokálně, v místě spotřeby, tj. v kuchyňkách a hygienickém zázemí administrativní budovy.

Byla zpracována energetická analýza pro nově navržený stav po rekonstrukci s možnostmi náhrady současného zdroje tepla za jiný.

Konzervativně bylo uvažováno, že podíl obnovitelných zdrojů používaných pro výrobu tepla v teplárně nepřesahuje v současnosti 50 % celkové produkce tepla.

Do budoucna se dá ale očekávat navýšení podíl OZE, energetická analýza tedy počítá s variantami CZT s podílem OZE 50-80 % a podíl OZE vyšším než 80 %.

Dalšími variantami pro výměnu zdroje tepla v budově jsou plynový kondenzační kotel, kotel se zásobníkem na dřevěné pelety, zplyňující kotel na kusové dřevo a tepelné čerpadlo

Jako hlavní kritérium mi bude sloužit neobnovitelná složka primární energie.

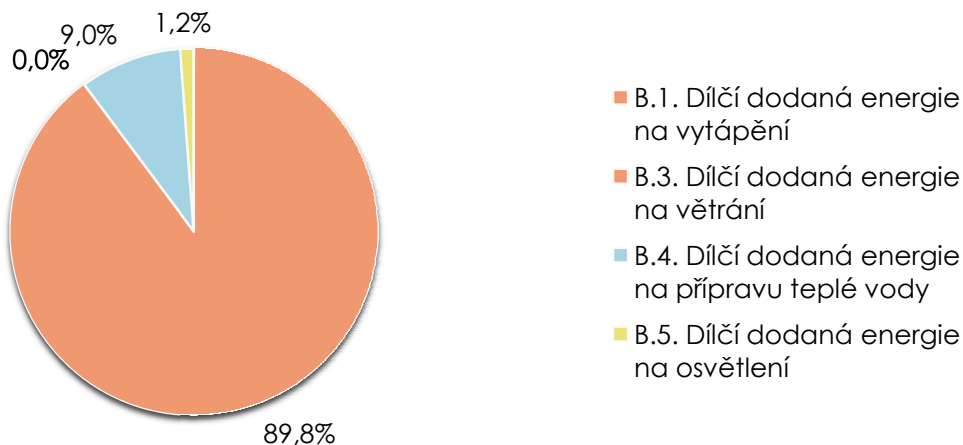
12.1.1 POMĚRY DÍLČÍCH DODANÝCH ENERGIÍ DO BUDOVY

Provoz BD je v současnosti značně energeticky náročný. Příčinou je vysoká tepelná ztráta budovy a velká potřeba dílčí dodané energie na vytápění.

Vhodně navrženými opatřeními rekonstrukce lze tuto energetickou potřebu snížit až na hodnoty typické pro pasivní domy.

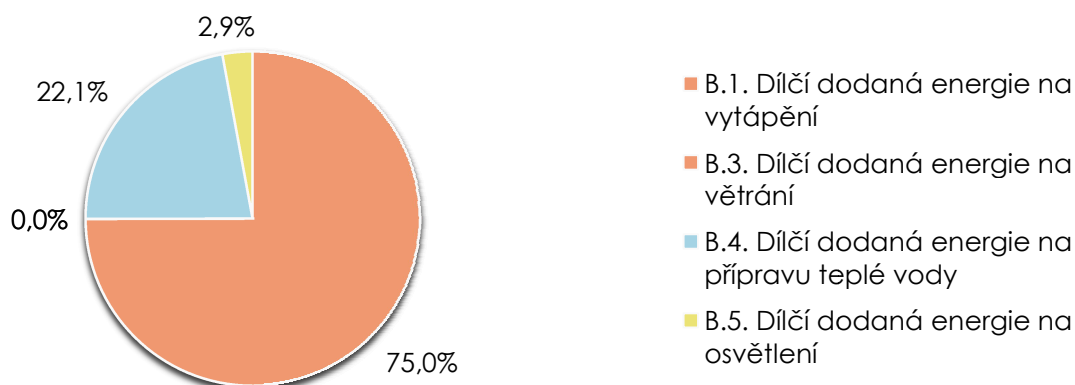
Dílčí dodané energie na přípravu teplé vody a osvětlení však zůstávají neměnné. Jejich procentuální podíl na celkové dodané energii do budovy však po rekonstrukci stoupne.

SOUČASNÝ STAV



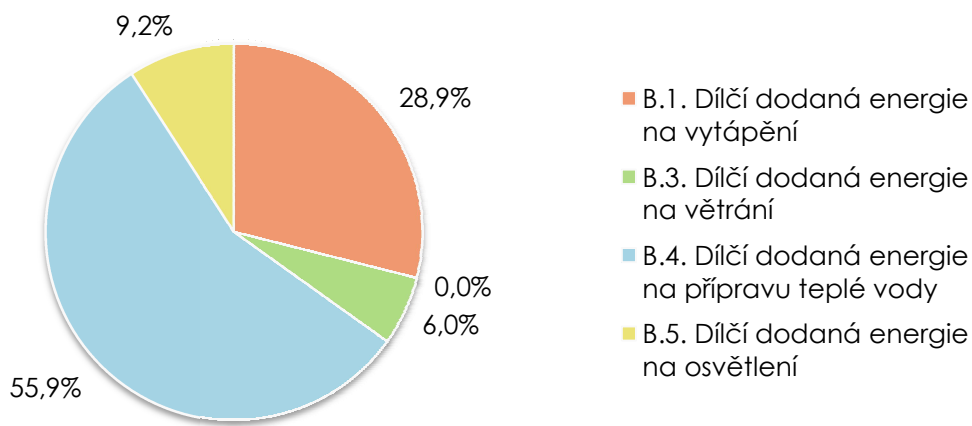
Graf 25: Poměr dílčích dodaných energií pro současný stav

BĚŽNÁ REKONSTRUKCE



Graf 26: Poměr dílčích dodaných energií pro běžnou rekonstrukci

NAVRHOVANÝ STAV



Graf 27: Poměr dílčích dodaných energií pro navrhovaný stav

12.2 VYTÁPĚNÍ A OHŘEV TV

12.2.1 VÝMĚNA ZDROJE

Hlavním sledovaným parametrem energetické náročnosti je pro mě neobnovitelná část primární energie.

EnP (kWh/m ² a)	Energonositel - vytápění a TV								
	CZT (<50 % OZE) SOUČASNÝ STAV	CZT (<50 % OZE) BĚŽNÁ REKONSTRUKCE	CZT (<50 % OZE)	CZT (50-80% OZE)	CZT (>80 % OZE)	zemní plyn	dřevěné peletky	kusové dřevo	TČ
	317,6	135,6	52,6	28,1	21,1	56,9	24,6	21,1	36,0

Tab. 20: Varianty výměny zdroje

12.2.2 VYUŽITÍ SOLÁRNÍHO SYSTÉMU

Z celkových podílů je patrné, že po rekonstrukci BD tvoří významnou část energetické potřeby energie na ohřev TV (55,9 %) a převyšuje tak potřebu tepla na vytápění.

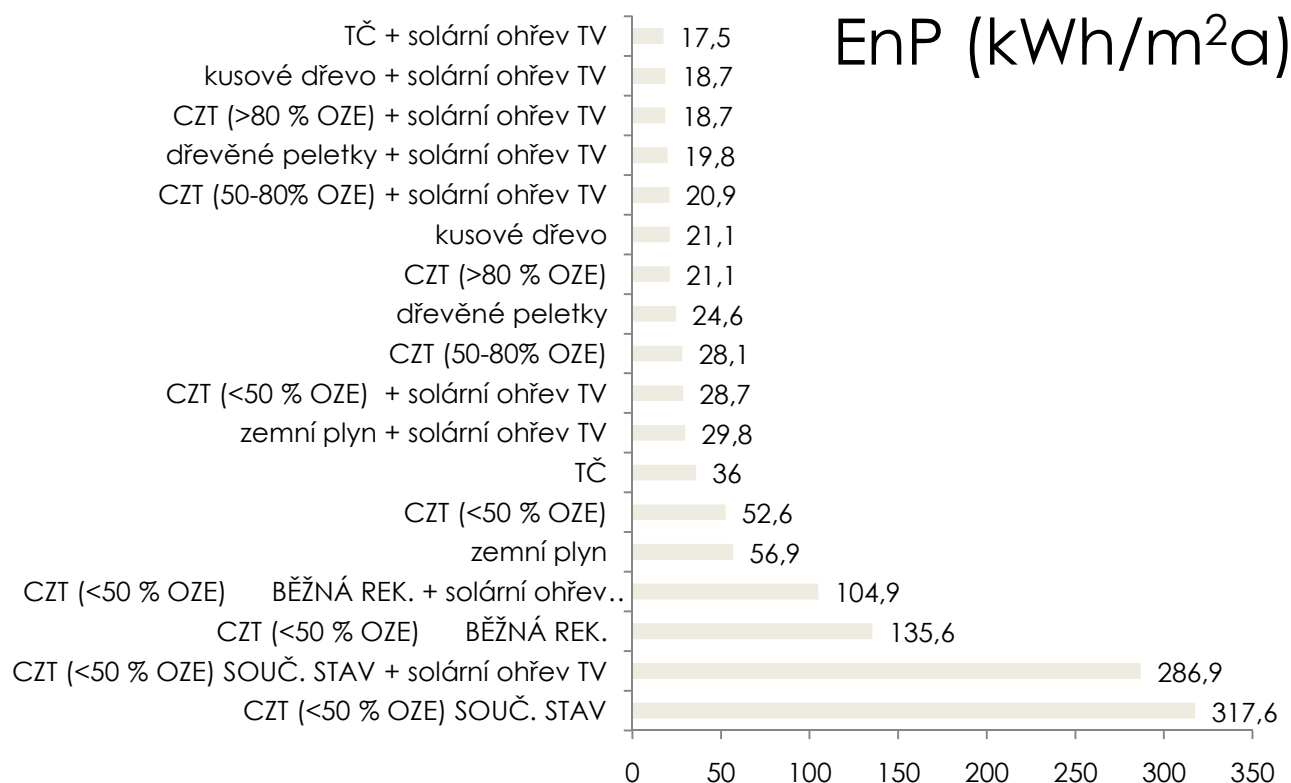
Vhodným energetickým opatřením by mohla být instalace solárního systému sloužící k předeřevu TV a pokrytí určité části této potřeby.

Nad 3NP je k dispozici plochá střecha o ploše 196 m². V následující analýze uvažuji s plochou solárních kolektorů 100 m². Kolektory se sklonem 15 ° budou otočené přímo na jih. Optická účinnost byla uvažována 75 %. Solární kolektory budou složit k ohřevu TV celoročně.

EnP (kWh/m ² a)	Energonositel - vytápění a TV								
	CZT (<50 % OZE) SOUČASNÝ STAV + solární ohřev TV	CZT (<50 % OZE) BĚŽNÁ REKONSTRUKCE + solární ohřev TV	CZT (<50 % OZE) + solární ohřev TV	CZT (50-80% OZE) + solární ohřev TV	CZT (>80 % OZE) + solární ohřev TV	zemní plyn + solární ohřev TV	dřevěné peletky + solární ohřev TV	kusové dřevo + solární ohřev TV	TČ + solární ohřev TV
	286,9	104,9	28,7	20,9	18,7	29,8	19,8	18,7	17,5

Tab. 21: Výměna zdroje a solární kolektory

12.1.4 SHRNUÍ



Graf 28: Neobnovitelná primární energie dle variant zdroje

Výpočtem bylo prokázáno, že celková energetická náročnost provozu BD po rekonstrukci výrazně klesne. Tento pokles energetické náročnosti se projeví i ve velikosti neobnovitelné složky primární energie.

Za předpokladu nárůstu podílu OZE v rámci CZT se nejeví výměna zdroje tepla na vytápění jako efektivní z environmentálního ani ekonomického hlediska. Výhodnější bude zůstat u stávajícího zdroje tepla a využít stávající infrastrukturu.

Výměna zdroje tepla by byla podmíněna vybudováním plynové přípojky nebo nově zvyklým nárokem na prostor pro skladování paliva (kusové dřevo, pelety apod.). V případě tepelného čerpadla by se jednalo o neúměrně velkou vstupní investici. Jako neoptimálnější varianta se tedy jeví zůstat u CZT.

Naopak v pokrytí potřeby energie na ohřev teplé vody lze nalézt způsob jak tuto potřebu snížit a dosáhnout tak větší energetické soběstačnosti domu. Jako vhodné opatření se jeví instalace solárního systému pro ohřev teplé vody.

12.3 VZT

Pro dosažení standardu pasivního domu se předpokládá existence systému nuceného větrání s využitím zpětného získávání tepla. Jedná se o úsporu ve fázi užívání budovy, konkrétně ve fázi B6 – provozní spotřeba energie.

V energetickém posouzení byla účinnost ZZT uvažována jako 70 %.

System by měl fungovat na rovnotlakém principu, tzn. přivádění stejného objemu upraveného vzduchu jako objem odváděného vzduchu.

Vzduch bude odváděn z místností hygienického zázemí a kuchyní, přiváděn bude do prostorů obytných místností – tj. do obývacích pokojů a ložnic. V rámci kuchyně bude vždy instalována cirkulační digestoř.

Může se jednat o systém centrální – s jednou vzduchotechnickou jednotkou nebo decentrální – s více VZT jednotkami, např. samostatná jednotka pro každý byt nebo patro.

Rozvody potrubí by bylo vhodné vést např. v podhledech chodeb a koupelen, kde je možné snížit světlou výšku místností. Do obytných místností lze čerstvý vzduch přivádět skrze mřížky ve zdi z prostoru chodeb, případně v části místnosti snížit světlou výšku podhledem.

12.4 VYUŽITÍ ŠEDÉ ODPADNÍ VODY

Další možnou úsporou při provozu BD ve fázi užívání – B7 – provozní spotřebě vody lze vidět ve využití šedé odpadní vody.

System umožňuje cirkulární využití odpadní vodu z umyvadel, sprch a dřezů. Tato odpadní voda je vedena samostatným odpadním potrubím do speciální jímací nádrže, která slouží pro akumulaci. Voda je následně sofistikovaným způsobem čištěna a posléze může být rozváděna samostatnými rozvody vody a bude sloužit ke splachování WC. Tím bude dosaženo alespoň částečné úspory vody.

12.5 OSVĚTLENÍ

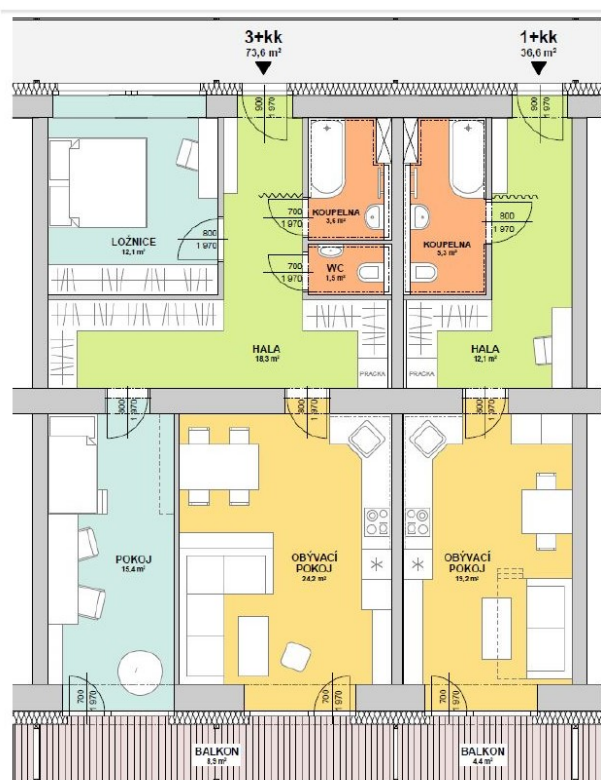
Společné prostory budou vybaveny úsporným osvětlením využívajícím především LED žárovky. Osvětlovací soustava bude vybavena senzory snímající pohyb osob a nadměrnému plýtvání elektrickou energií bude zabráňovat systém automatického zhasínání.

13. POROVNÁNÍ

V dalším kroku chci porovnat mnou vypočtené hodnoty dílčích dodaných energií z energetického posudku mého BD s hodnotami pro BD Dubňany z rešerše.

13.1 VSTUPNÍ HODNOTY

Na webových stránkách uvádí společnost Úsporní bydlení s.r.o. následující půdorysné schéma s vyčíslení jednotlivých dílčích dodaných energií vztahených na jednotlivé byty.



- SPOTŘEBA ENERGIE V BYTECH

3+kk	SPOTŘEBA kWh/a	CENA Kč/ kWh	ROK	MĚSÍC
vytápění	819	1,18	967 Kč	81 Kč
TUV	2642	1,18	3118 Kč	260 Kč
větrání	108	4,89	529 Kč	44 Kč
osvětlení	662	4,89	3239 Kč	270 Kč
			7854 Kč/rok	654 Kč/měs.

DISPOZICE BYTU 3+kk
 OBYTNÁ PLOCHA 73,6 m²
 BALKON 8,9 m²
 PŘEDP. CENA 1 450 000,-

1+kk	SPOTŘEBA kWh/a	CENA Kč/ kWh	ROK	MĚSÍC
vytápění	416	1,18	490 Kč	41 Kč
TUV	1339	1,18	1580 Kč	132 Kč
větrání	56	4,89	268 Kč	22 Kč
osvětlení	336	4,89	1642 Kč	137 Kč
			3980 Kč/rok	332 Kč/měs.

DISPOZICE BYTU 1+kk
 OBYTNÁ PLOCHA 36,6 m²
 BALKON 4,4 m²
 CENA BYTU 725 000,-

Obr. 43: Spotřeba energií v BD Dubňany

Vybrané hodnoty energií jsou v tabulce uvedeny vždy pro jeden konkrétní byt v jednotkách kWh/a.

Pro správné porovnání je nutné tyto hodnoty vztáhnout na 1 m² podlahové plochy bytu/domu.

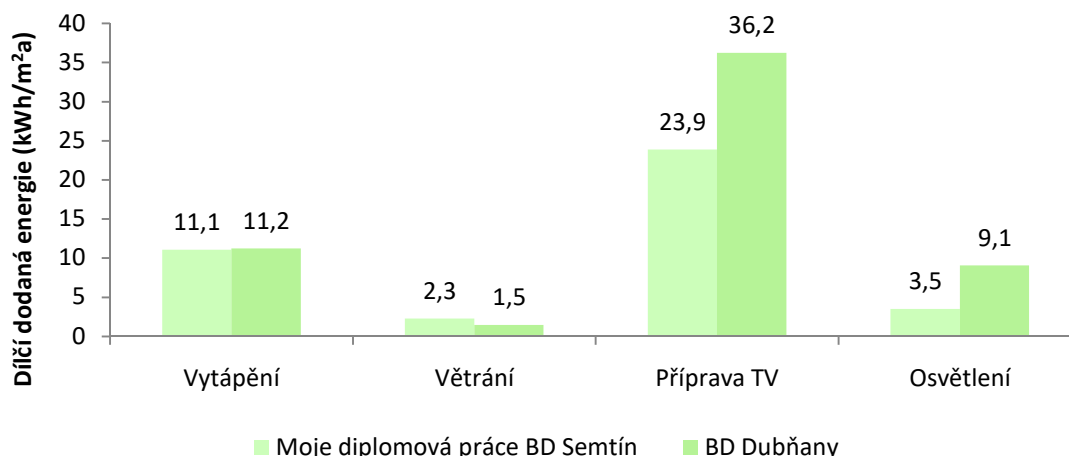
13.2 VLASTNÍ POROVNÁNÍ

V následující tabulce uvádím již přepočítané hodnoty v jednotkách kWh/m²a. Hodnoty dvou bytů pro BD z rešerše potom průměruji.

Dílčí dodaná energie (kWh/m ² a)	Moje diplomová práce BD Semtín	BD Dubňany			Rozdíl
		3+KK	1+KK	průměr	
Na vytápění	11,1	11,13	11,34	11,2	-1,2%
Na větrání	2,3	1,47	1,50	1,5	35,4%
Na přípravu TV	23,9	35,90	36,58	36,2	-51,6%
Na osvětlení	3,5	8,99	9,18	9,1	-159,6%

Tab. 22: Porovnání dílčích dodaných energií

POROVNÁNÍ BD SEMTÍN A BD DUBŇANY



Graf 29: Porovnání dílčích dodaných energií

13.3 INTERPRETACE VÝSLEDKŮ

Je patrné, že výsledky se v dílčí dodané energii na vytápění liší jen minimálně. Jedná se o pasivní domy, oba dva splňují hraniční podmínku 15 kWh/m²a.

Odchylka v dílčí energii na větrání je způsobena patrně tím, že DP byla posuzována nástrojem NKN, který nebere v potaz lokalitu stavby a s tím spojenou průměrnou teplotu venkovního vzduchu. V případě BD Dubňany se však jedná o reálné hodnoty spotřebovaných energií. BD Dubňany stojí na jižní Moravě poblíž Hodonína, kde jsou i v průběhu zimy relativně vysoké teploty venkovního vzduchu. Energetická náročnost provozu VZT systému bude tedy nutně za takovýchto podmínek vykazovat příznivější hodnoty.

Reálně by se dalo očekávat, že by i VZT systém BD Semtín spotřeboval o něco méně energie, neboť se BD nachází v Polabské nížině, kde se celoročně teploty venkovního vzduchu drží nad celorepublikovým průměrem.

Při přípravě TV bylo v mém případě počítáno s potřebou cca 42 litů teplé vody na osobu a den. Předpokládám dále pákové baterie s perlátory a důsledné zaizolování rozvodů. Zvýšené hodnoty potřeby energie na přípravu TV u BD Dubňany lze vysvětlit z části nadměrnou spotřebou uživatelů a z části nedostatečným zaizolováním rozvodů a s tím spojenými tepelnými ztrátami.

Z půdorysů je také vidět, že rozvody TV z bytového jádra ke dřezům v kuchyních jsou relativně dlouhé. To má za následek další tepelnou ztrátu vychládající vodou v potrubí a nutnost většího množství energie na ohřev teplé vody.

V případě osvětlení očekávám instalaci úsporného systému osvětlení, založeného převážně na LED žárovkách. V BD Dubňany je zřejmě počítáno s klasickými neúspornými žárovkami.

14. DISKUZE VÝSLEDKŮ

14. 1 SOUHRN DÍLČÍCH VÝSLEDKŮ

Pro existující bytový dům v neuspokojivém technickém i tepelně-technickém stavu byla zpracována varianta rekonstrukce, uvádějící dům do pasivního standardu. V nové variantě došlo k navýšení podlahové plochy o novou střešní nástavbu.

Energeticky bylo dosaženo třídy energetické náročnosti A ve všech sledovaných parametrech. Nejvýraznější zlepšení se projevilo při vypočtené hodnotě dílčí dodané energie na vytápění jako snížení 24,8× oproti původní hodnotě.

Dle kapitoly 8 byla environmentálním výpočtem a následnou citlivostní analýzou vyhodnocena jako environmentálně nejpříznivější varianta ta, která využívá šetrné materiály a zároveň cirkulárně využívá stavební odpad z bouraných konstrukcí.

V kapitole 9 je dále nastíněno jaké důsledky by cirkulární a necirkulární přístup k rekonstrukci měl v environmentální rovině.

Šetrná varianta cirkulární rekonstrukce V.2.1 se navíc ukázala být v prvních třech environmentálních parametrech na 1 m² podlahové plochy domu nositelem stejné environmentální zátěže jako varianta běžně rekonstrukce V.0.1.

Z toho jasně vyplývá, že konvenční rekonstrukce BD nemusí být nutně tím nejlepším řešením. Naopak citlivý přístup rekonstrukce kombinující principy cirkulární ekonomiky a princip využití šetrných, přírodě blízkých materiálů se ukázal být jednak jako efektivní způsob jak dosáhnout pasivní standardu a zároveň způsob, jak rekonstruovat co možná nejšetrněji.

V horizontu 20 let provozu domu pak dochází k poklesu energetické potřeby zhruba na jednu čtvrtinu oproti předchozímu stavu. To má zásadní vliv nejen na ekonomickou stránku provozu BD, ale i na s tím spojenou zátěž životního prostředí.

14.2 VYHODNOCENÍ CIRKULARITY

Nedílným součástí zadáním DP bylo aplikování principů cirkulární ekonomiky do rekonstrukce BD.

V teoretické části DP je vysvětleno, co pojem cirkulární ekonomiky znamená, jaké jsou její zásady a na jakých pilířích stojí.

Hlavními zásadami cirkulární ekonomiky, které jsem nejvíce uplatnil ve své diplomové práci, je zásada „zachování a využití toho, co už bylo vyrobeno“. Předmětem rekonstrukce je existující objekt, ve kterém se snažím využít maximální množství materiálů a stávajících dispozic. To úzce souvisí i s používáním odpadu jako suroviny.

Z provozního hlediska by bylo vhodné využívat sluneční energie pro ohřev TV, případně znovu využívat šedou odpadní vodu.

Pro detailnější rozpracování dokumentace stavby, např. pro stavební povolení, bych doporučoval využít nejmodernější digitální způsoby navrhování pomocí BIM tak, aby veškeré informace o budově, zabudovaných materiálech a systémech budovy byly dostupné v digitální podobě pro případnou rekonstrukci, údržbu nebo dekonstrukci budovy.

Z hlediska materiálů byly voleny co možná nejšetrnější materiály s nízkými hodnotami environmentálních indikátorů. Jedná se převážně o materiály na bázi dřeva, které jsou snadno recyklovatelné a nepředstavují významné riziko ekologické zátěže.

Z energetického hlediska došlo na úrovni návrhu k významnému snížení potřeby energií na provoz budovy. Návrh dále počítá s další úsporou energie po instalaci FV systému pro ohřev TV a s úsporou pitné vody při využívání šedé odpadní vody.

Provoz budovy a jeho náročnost je však do velké míry ovlivněna chováním uživatelů a jejich zodpovědným přístupem.

15. ZÁVĚR

Pro mnou zvolený objekt BD byla zpracovaná architektonická studie, na základě které bylo možné provést analýzu možností rekonstrukce objektu podle zásad cirkulární ekonomiky a ostatních principů, které jsou popsány v teoretické části práce.

Jednotlivé varianty rekonstrukce BD byly prověřeny základním environmentálním posouzením, na jehož základě byla vybrána nejvhodnější varianta rekonstrukce.

Tímto došlo k naplnění cíle diplomové práce.

Bylo prokázáno, že šetrný přístup při rekonstruování modelového bytového domu cílící na pasivní standard nepředstavuje tak velkou zátěž pro životní prostředí jako jiné konveční varianty rekonstrukcí.

Předpokladem návrhu rekonstrukce podle principu udržitelného rozvoje a cirkulární ekonomiky je maximální využití existujících materiálů a volba environmentálně šetrných nových materiálů.

Dále je nezbytný návrh kvalitní tepelně izolační obálky budovy a celkový komplexní přístup při návrhu rekonstrukce.

Lze očekávat, že v budoucnosti budou tyto progresivnější principy rekonstruování existujících objektů stále častější a stavebnictví se stane součástí ekonomiky fungující na cirkulární bázi a přispěje tím k udržitelnějšímu rozvoji.

SEZNAM LITERATURY A PRAMENŮ

- [1] *Greenhouse Gases EPICA - Dome C Ice Core* [online]. [cit. 2019-09-24]. Dostupné z: http://ossfoundation.us/projects/environment/global-warming/myths/images/greenhouse-gases/epicagore.gif/image_view_fullscreen
- [2] KAMENICKÝ, Robin. *Pohled do historie změny klimatu - Změna klimatu* [online]. [cit. 2019-09-24]. Dostupné z: <https://www.zmenaklimatu.cz/cz/fakta/1413-pohled-do-historie-zmeny-klimatu>
- [3] Klimatická změna. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2019-09-24]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/w/index.php?title=Klimatická_změna&oldid=17414825
- [4] LINDSEY, Rebecca. *Climate Change: Atmospheric Carbon Dioxide* [online]. 19.9.2019 [cit. 2019-09-24]. Dostupné z: <https://www.climate.gov/news-features/understanding-climate/climate-change-atmospheric-carbon-dioxide>
- [5] P., Madira. How long did it take the human race to double its population from 1 billion to 2 billion? | Socratic. *Socratic.org* [online]. 15.1.2017 [cit. 2019-09-24]. Dostupné z: <https://socratic.org/questions/how-long-did-it-take-the-human-race-to-double-its-population-from-1-billion-to-2>
- [6] *Growth consumption of certain resources vs. population and GDP growth* [online]. [cit. 2019-09-24]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/figure/Growth-consumption-of-certain-resources-vs-population-and-GDP-growth-Krausmann-et-al_fig1_313704365
- [7] *Dopady změny klimatu - Extrémní jevy* [online]. [cit. 2019-09-24]. Dostupné z: <https://www.klimatickazmena.cz/cs/vse-o-klimaticke-zmene/dopady-zmeny-klimatu-extremni-jevy/>
- [8] POSPÍŠIL, Tomáš. *Dopad klimatické změny* [online]. In: . [cit. 2019-09-24]. Dostupné z: <https://lesycr.cz/kurovcova-kalamita/>
- [9] *Veronica, EKOLOGICKÝ INSTITUT* [online]. [cit. 2019-09-25]. Dostupné z: <https://www.veronica.cz/>

- [10] *Strategie přizpůsobení se změně klimatu v podmínkách ČR* [online]. [cit. 2019-09-25]. Dostupné z: https://www.mzp.cz/cz/zmena_klimatu_adaptacni_strategie
- [11] *Resilience a adaptace na klimatickou změnu v regionálních strategiích* [online]. [cit. 2019-09-25]. Dostupné z: https://www.veronica.cz/soubory/prezentace/Mozne_reakce_resilienc_e_Danihelka2.pdf
- [12] *Meze růstu (kniha)*. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2019-09-24]. Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Meze_r%C5%AFstu_\(kniha\)](https://cs.wikipedia.org/wiki/Meze_r%C5%AFstu_(kniha))
- [13] *Deklarace Konference Organizace spojených národů o životním prostředí*. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2019-09-24]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Deklarace_Konference_Organizace_spojen%C3%BDch_n%C3%A1rod%C5%AF_o_%C5%BEivotn%C3%ADm_prost%C5%99ed%C3%AD
- [14] *Naše společná budoucnost*. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2019-09-24]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Na%C5%A1e_spole%C4%8Dn%C3%A1_budoucnost
- [15] *Místní agenda*. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2019-09-24]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/M%C3%ADstn%C3%AD_Agenda_21
- [16] *Cíle udržitelného rozvoje*. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2019-09-24]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/C%C3%ADle_uds%C5%BEiteln%C3%A9ho_rozvoje
- [17] OHLIGER, Tina. *Boj proti změně klimatu* [online]. 5. 2019 [cit. 2019-09-24]. Dostupné z: <http://www.europarl.europa.eu/factsheets/cs/sheet/72/boj-proti-zmene-klimatu>
- [18] Živě: Vzali jste mi sny a dětství, řekla Greta světovým lídrům na klimatickém summitu. *Aktualne.cz* [online]. [cit. 2019-09-25]. Dostupné z: <https://zpravy.aktualne.cz/zahranici/sledujeme-on-line-klimaticky-summit-osn-v-new-yorku/r~6f3294fadde711e99b40ac1f6b220ee8/>
- [19] *Zákon č. 17/1992 Sb.: Zákon o životním prostředí*. In: . 1992, 4/1992. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1992-17#f1401850>
- [20] *Udržitelný rozvoj* [online]. [cit. 2019-09-25]. Dostupné z: <http://www.hraozemi.cz/udrzitelny-rozvoj.html>

- [21] Udržitelný rozvoj. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2019-09-25]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Udr%C5%B4iteln%C3%BD_rozvoj
- [22] KUBBINGA, Ben, Max BAMBERGER, Edwin VAN NOORT, Dirk VEN DEN REEK, Merlijn BLOK, Gerard ROEMERS, Justin HOEK a Kees FAES. *A FRAMEWORK FOR CIRCULAR BUILDINGS indicators for possible inclusion in BREEAM* [online]. August 2018, , 52 [cit. 2019-09-25]. Dostupné z: https://www.circle-economy.com/a-practical-approach-to-circular-buildings/?mc_cid=ffce832182&mc_eid=852a0e6d39#.XPebY4j7QuX
- [23] *Podklady k předmětu INB1* [online]. In: . [cit. 2019-09-25]. Dostupné po přihlášení z: <http://kps.fsv.cvut.cz/index.php?lmut=cz&part=vyuka&sub=obor&type=o-b&kod=124INB1>
- [24] *Statistika: stavebnictví a související oblasti - 1. část* [online]. [cit. 2019-09-25]. Dostupné z: https://www.casopisstavebnictvi.cz/statistika-stavebnictvi-a-souvisejici-oblasti-1-cast_N2929
- [25] MINISTERSTVO PRŮMYSLU A OBCHODU. *STAVEBNICTVÍ ČESKÉ REPUBLIKY 2017* [online]. , 85 [cit. 2019-09-25]. Dostupné z: https://www.mpo.cz/assets/cz/stavebnictvi-a-suroviny/informace-z-odvetvi/2018/2/Stavebnictvi-2017_final.pdf
- [26] SÁEZ, Paola Villoria, Mercedes DEL RÍO MERINO a César PORRES-AMORES. *Managing construction and demolition (C&D) waste - a European perspective*. [online]. 2011 [cit. 2019-09-25]. Dostupné z: [https://www.semanticscholar.org/paper/Managing-construction-and-demolition-\(C%26D\)-waste-a-S%C3%A1ez-Merino/36e9be974fbead48dd0c7577b17120c5184c4218](https://www.semanticscholar.org/paper/Managing-construction-and-demolition-(C%26D)-waste-a-S%C3%A1ez-Merino/36e9be974fbead48dd0c7577b17120c5184c4218)
- [27] RODRÍGUEZ-ROBLES, Desirée, Julia GARCÍA-GONZÁLEZ,, Andrés JUAN-VALDÉS, Julia M MORÁN-DEL POZO, a Manuel Ignacio GUERRA-ROMERO. *Overview regarding construction and demolition waste in Spain*. [online]. 2015 [cit. 2019-09-25]. Dostupné z: <https://www.semanticscholar.org/paper/Overview-regarding-construction-and-demolition-in-Rodr%C3%ADguez-Robles-Garc%C3%ADa-Gonz%C3%A1lez/566f4297c96e42016a9d60481c0d9ecddb073db>
- [28] *477 kg of municipal waste generated per person in the EU* [online]. 30.1.2017 [cit. 2019-09-25]. Dostupné z: <https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-eurostat-news/-/DDN-20170130-1>
- [29] *EKOKOM* [online]. [cit. 2019-09-25]. Dostupné z: <https://www.ekokom.cz/cz/ostatni/pro-verejnost/kratce-o-trideni-odpadu>

- [30] *Petrol use urban density* [online]. In: . 25th June 2008 [cit. 2019-09-25]. Dostupné z: https://en.wikipedia.org/wiki/File:Petrol_use_urban_density.svg
- [31] *New pedestrianism*. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2019-09-25]. Dostupné z: https://en.wikipedia.org/wiki/New_pedestrianism
- [32] *Podklady k volitelnému předmětu YPR, PRŮMYSLOVÉ DĚDICTVÍ*, poskytnuté Prof. Ing. arch. Tomášem Šenbergrem
- [33] *Městský tepelný ostrov*. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2019-09-25]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/M%C4%9Bstsk%C3%BD_tepeln%C3%BD_ostrov
- [34] *Urban heat island: UHI*. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2019-09-25]. Dostupné z: https://en.wikipedia.org/wiki/Urban_heat_island
- [35] *Pražský tepelný ostrov: V centru je o 2 stupně tepleji, může být hůř* [online]. 23.6.2014 [cit. 2019-09-25]. Dostupné z: <https://ct24.ceskatelevize.cz/regiony/1028598-prazsky-tepelny-ostrov-v-centru-je-o-2-stupne-tepleji-muze-byt-hur>
- [36] *Institut cirkální ekonomiky* [online]. [cit. 2019-09-30]. Dostupné z: incien.org
- [37] *Posuzování životního cyklu*. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2019-09-30]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Posuzov%C3%A1n%C3%AD_%C5%BEivotn%C3%ADho_cyklu
- [38] *Envimat.cz - Katalog fyzikálních a environmentálních profilů stavebních konstrukcí* [online]. [cit. 2019-09-30]. Dostupné z: envimat.cz
- [39] *JIC* [online]. [cit. 2019-10-01]. Dostupné z: <https://www.jic.cz/magazin/cirkularni-ekonomika-je-vyzva-pro-podnikatele-a-inovatory/>
- [40] *Faktor Vier*. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2019-10-01]. Dostupné z: https://de.wikipedia.org/wiki/Faktor_Vier
- [41] *Friedrich Schmidt-Bleek*. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2019-10-01]. Dostupné z: https://de.wikipedia.org/wiki/Friedrich_Schmidt-Bleek
- [42] *Co se skrývá pod výrazy Industry 4.0 / Průmysl 4.0 ?* [online]. [cit. 2019-10-01]. Dostupné z: <https://automatizace.hw.cz/mimochodem/co-je-se-skriva-pod-vyrazy-industry-40-prumysl-40.html>

- [43] *Koloběh bez zbytečného odpadu. Cirkulární ekonomika přinese byznysu nové šance* Více na: https://www.euro.cz/byznys/kolobeh-bez-zbytecneho-odpadu-cirkularni-ekonomika-prinese-byznysu-nove-sance-1467234#utm_medium=selfpromo&utm_source=euro&utm_campaign=copylink [online]. [cit. 2019-10-01]. Dostupné z: <https://www.euro.cz/byznys/kolobeh-bez-zbytecneho-odpadu-cirkularni-ekonomika-prinese-byznysu-nove-sance-1467234>
- [44] ČERVENÝ, Karel. *Průmyslová revoluce 4.0, 5.0, 6.0 nebo 7.0?* [online]. 27.4.2016 [cit. 2019-10-01]. Dostupné z: https://www.technickytydenik.cz/rubriky/ekonomika-byznys/prumyslova-revoluce-4-0-5-0-6-0-nebo-7-0_35493.html
- [45] MAREK, David, Václav FRANČE, Petr NĚMEC, Edita BOLKOVÁ, Kateřina NOVOTNÁ a Kateřina KRCHNIVÁ. *Sdílená ekonomika: Bohatství bez vlastnictví* [online]. 2017, , 28 [cit. 2019-10-01]. Dostupné z: <https://edu.deloitte.cz/cs/Content/DownloadPublication/sdilena-ekonomika-2017>
- [46] *Car-Sharing – Das sind die Zahlen für Deutschland* [online]. 21.2.2017 [cit. 2019-10-01]. Dostupné z: <https://mobilitymag.de/car-sharing-bilanz-2016/>
- [47] *CARSHARING MARKET ANALYSIS & GROWTH* [online]. [cit. 2019-10-01]. Dostupné z: <http://movmi.net/carsharing-market-growth/>
- [48] *Envimat: stavební výrobky a prostředí* [online]. [cit. 2019-10-21]. Dostupné z: envimat.cz
- [49] *Ecoinvent: ecoinvent - the world's most consistent & transparent life cycle inventory database* [online]. [cit. 2019-11-01]. Dostupné z: ecoinvent.org
- [50] *Úsporné bydlení* [online]. [cit. 2019-12-03]. Dostupné z: <https://www.uspornebydleni.cz/bytove-domy/>

SEZNAM OBRÁZKŮ A GRAFŮ

- Obr. 1 Vývoj teploty na Zemi a koncentrace CO₂, převzato z [1]
- Obr. 2 Záznamy měření koncentrace CO₂ (tzv. Keelingova křivka), převzato z [2]
- Obr. 3 Vývoj velikosti lidské populace na Zemi, převzato z [5]
- Obr. 4 Nárůst spotřeby surovin v porovnání s velikostí populace, převzato z [6]
- Obr. 5 Znázornění třech pilířů udržitelného rozvoje, převzato z [21]
- Obr. 6 Míra recyklace stavebního a demoličního odpadu, převzato z [26]
- Obr. 7 Množství vyprodukovaného stavebního a demoličního odpadu, převzato z [27]
- Obr. 8 Množství vyprodukovaného komunálního odpadu na osobu a rok dle členských zemí EU a následné nakládání s ním, převzato z [28]
- Obr. 9 Graf zobrazující jednotlivá města podle hustoty obyvatel a spotřeby benzínu na jednoho obyvatele, převzato z [30]
- Obr. 10 Ukázka urbanistického pojetí výseku amerického předměstí dle různých typů plánování [31]
- Obr. 11,12 Foto z Kozoo u Uherského Hradiště, vlastní fotografie
- Obr. 13 Vývoj počtu sdílených aut v Německu, převzato z [46]
- Obr. 14 Vývoj počtu sdílených aut a počtu členů v Severní Americe, převzato z [47]
- Obr. 15 Cirkulární vs. lineární ekonomika, převzato z [36]
- Obr. 16,17,18 Mapy zobrazující lokalitu Semtína a pozemek, převzato z portálů mapy.cz a <https://nahlizenidokn.cuzk.cz>
- Obr. 19, 20 Foto objektu – severní a jižní strana, vlastní fotografie
- Obr. 21, 22, 23 Foto krovu, vlastní fotografie
- Obr. 24, 25, 26 Foto schodiště, vlastní fotografie
- Obr. 27, 28, 29 Výplně otvorů, vlastní fotografie

Obr. 30, 31	Tělesa otopné soustavy, vlastní fotografie
Obr. 32	Půdorys 1NP a 2NP
Obr. 33	Půdorys 3NP
Obr. 34	Pohledy
Obr. 35	Vybrané skladby varianty V.1.0
Obr. 36	Vybrané skladby varianty V.1.1
Obr. 37	Vybrané skladby varianty V.2.0
Obr. 38	Vybrané skladby varianty V.2.1
Obr. 39	Vybrané skladby varianty V.0.1
Obr. 40	Rekonstruovaný stav BD Dubňany, převzato z [50]
Obr. 41, 42	Porovnání stavu BD Dubňany před a po rekonstrukci, převzato z [50]
Obr. 43	Spotřeba energií v BD Dubňany, převzato z [50]

Graf 1	Znázornění U_{em}
Graf 2	Znázornění Q_{fuel}
Graf 3	Znázornění EnP
Graf 4	Znázornění E_h
Graf 5	Znázornění E_v
Graf 6	Porovnání energií
Graf 7	Znázornění zlepšení některých parametrů
Graf 8	Porovnání jednotlivých variant rekonstrukce
Graf 9	Environmentální vyhodnocení variant 1/2
Graf 10	Environmentální vyhodnocení variant 2/2
Graf 11	Navýšení hodnot PEI o vybrané procesy
Graf 12	Navýšení hodnot GWP o vybrané procesy
Graf 13	Navýšení hodnot AP o vybrané procesy
Graf 14	Navýšení hodnot EP o vybrané procesy
Graf 15	Navýšení hodnot ODP o vybrané procesy
Graf 16	Navýšení hodnot POCP o vybrané procesy
Graf 17	Environmentální vyhodnocení celého BD 1/2

Graf 18	Environmentální vyhodnocení celého BD 2/2
Graf 19	Environmentální vyhodnocení vztahované na 1 m ² podlahové plochy 1/2
Graf 20	Environmentální vyhodnocení vztahované na 1 m ² podlahové plochy 2/2
Graf 21	Energetické náročnost za 2 roky (EnP + PEI, rek)
Graf 22	Energetické náročnost za 2 roky (Q _{fuel} + PEI, rek)
Graf 23	Energetické náročnost za 20 let (EnP + PEI, rek)
Graf 24	Energetické náročnost za 20 let (Q _{fuel} + PEI, rek)
Graf 25	Poměr dílčích dodaných energií pro současný stav
Graf 26	Poměr dílčích dodaných energií pro běžnou rekonstrukci
Graf 27	Poměr dílčích dodaných energií pro navrhovaný stav
Graf 28	Neobnovitelná primární energie dle variant zdroje
Graf 29	Porovnání dílčích dodaných energií

SEZNAM TABULEK

- Tab. 1 Výměry parcel řešené lokality, zdroj <https://nahlizenidokn.cuzk.cz>
- Tab. 2 Přehled variant rekonstrukce BD
- Tab. 3 Tabulka konstrukcí pro V.1.0, V.1.1, V.2.0 a V.2.1
- Tab. 4 Výkaz bouraného a znovupoužitého materiálu (V.1.1 a V.2.1)
- Tab. 5 Popis skladeb pro V.1.0 a V.1.1
- Tab. 6 Popis skladeb pro V.2.0 a V.2.1
- Tab. 7 Některé parametry vytápěné zóny BD
- Tab. 8 Tepelně-technické parametry skladeb konstrukcí
- Tab. 9 Zlepšení některých parametrů
- Tab. 10 Shrnutí důležitých hodnot z PENB
- Tab. 11 Rekapitulace jednotlivých konstrukcí
- Tab. 12 Vážený průměr environmentálních výsledků
- Tab. 13 Hodnoty rozšířeného environmentální posouzení
- Tab. 14 Environmentální vyhodnocení celého domu
- Tab. 15 Environmentální vyhodnocení vztážené na 1 m² podlahové plochy
- Tab. 16 Vyčíslení energií
- Tab. 17 Náročnost provozu BD za 1 rok
- Tab. 18 Náročnost provozu BD za 20 let
- Tab. 19 Celkové vyčíslení energií za 20 let
- Tab. 20 Varianty výměny zdroje
- Tab. 21 Výměna zdroje a solární kolektory
- Tab. 22 Porovnání dílčích dodaných energií

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1	Původní dokumentace k objektu poskytnutá majitelem
Příloha 2	Fotografie současného stavu
Příloha 3	Studie nových dispozic
Příloha 4	Perspektivy
Příloha 5	Skladby konstrukcí variant V.1.0 a V.1.1
Příloha 6	Skladby konstrukcí variant V.2.0 a V.2.1
Příloha 7	PENB
Příloha 8	Environmentální vyhodnocení vztažené na 1 m ² konstrukce
Příloha 9	Celkové environmentální vyhodnocení
Příloha 10	Svázané emise v některých procesech
Příloha 11	Environmentální vyhodnocení varianty V.0.1