

STŘEDOŠKOLSKÁ ODBORNÁ ČINNOST

Obor č. 11: Stavebnictví, architektura a design interiérů

Cesta k udržitelné architektuře

Eva Srubková
Moravskoslezský kraj

Opava 2025

STŘEDOŠKOLSKÁ ODBORNÁ ČINNOST

Obor č. 11 oboru: Stavebnictví, architektura a design interiérů

Cesta k udržitelné architektuře

The path to sustainable architecture

Autoři: Eva Srubková

Škola: Střední průmyslová škola stavební, Opava, příspěvková organizace, Mírová 630/3, 746 01 Opava

Kraj: Moravskoslezský kraj

Konzultant: Ing. Tomáš Fischer

Opava 2025

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem svou práci SOČ vypracoval/a samostatně a použil/a jsem pouze prameny a literaturu uvedené v seznamu bibliografických záznamů.

Prohlašuji, že tištěná verze a elektronická verze soutěžní práce SOČ jsou shodné.

Nemám závažný důvod proti zpřístupňování této práce v souladu se zákonem č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších předpisů.

V Opavě dne datum

Eva Srubková

Poděkování

Především bych chtěla poděkovat svému učiteli Ing. Tomáši Fischerovi za odborné vedení práce a také dalším pedagogům školy za konzultaci. Dále bych chtěla poděkovat panu Kocourkovi z firmy EKOpainely, panu Šimkovi z firmy JUTA a panu Klimentovi z firmy URS za poskytnutí informací.

Anotace

Ve své práci jsem navrhla obytný komplex udržitelného bydlení pro rodiny s dětmi. Komplex nabízí nejen komfortní bydlení, ale také klidné a bezpečné zázemí pro děti. Při návrhu jsem se snažila o udržitelnou architekturu. Jednotlivé objekty jsou koncipovány s ohledem na využití ekologických materiálů a energetickou efektivitu. Zvláštní pozornost jsem věnovala uhlíkové stopě, která je klíčovým aspektem naší budoucnosti.

Hlavním cílem mé práce bylo srovnání uhlíkové stopy rodinného domu z tradičních materiálů a mého návrhu rodinného domu založeného na udržitelných principech. Věřím, že takový přístup může významně přispět ke zmenšení dopadu výstavby na životní prostředí a snížení emisí CO₂.

Klíčová slova

Uhlíková stopa, udržitelnost, architektura, soběstačnost

Annotation

In my project, I designed a sustainable housing complex for families with children. The complex offers not only comfortable living, but also a calm and safe environment for children. While working on the design, I focused on sustainable architecture. The buildings are planned with ecological materials and energy efficiency in mind. I paid special attention to the carbon footprint, which is an important aspect of our future.

The main goal of my project was to compare the carbon footprint of a traditional family house and the carbon footprint of my sustainable house design. I believe that this approach can significantly reduce the environmental impact of construction and lower CO₂ emissions.

Keywords

carbon footprint, sustainability, architecture, self-sufficiency

Obsah

1	Úvod.....	7
2	UHLÍKOVÁ STOPA.....	7
2.1	Co je to uhlíková stopa	7
2.2	Důsledky nadměrné produkce uhlíkové stopy	8
2.3	Jak vzniká uhlíková stopa	8
2.4	Producenti uhlíkové stopy	8
2.5	Jak omezíme uhlíkovou stopu.....	8
2.5.1	Materiály	9
2.	FÁZE - Fáze dopravy	9
3.	FÁZE - Fáze instalace.....	9
4.	FÁZE - Fáze použití	9
5.	FÁZE - Fáze recyklace	9
2.5.2	Typ objektu	9
2.5.3	Soběstačnost.....	10
2.5.3.1	Fotovoltaické panely	10
2.5.3.2	Tepelná čerpadla	10
3	OBYTNÝ KOMPLEX	10
3.1	Myšlenka.....	10
3.2	Urbanismus	11
4	RODINNÝ DŮM.....	12
4.1	Kompozice	12
4.1.1	Kompozice 1.NP	14
4.1.2	Kompozice 2.NP	15
4.1.3	Kompozice 3.NP	17
4.2	Variabilita	19
4.3	Materiálové řešení.....	21
4.3.1	EKOpanely.....	22
4.3.2	NATURIZOL.....	22
4.3.3	Řezivo a dřevěné lepené prvky	23
4.3.4	Zemní vruty BAYOS	23
4.3.5	Povrchová úprava	23
5	POSUDEK	23

5.1.1	Uhlíková stopa	23
5.1.2	Součinitel prostupu tepla obvodové konstrukce	32
6	ZÁVĚR	33
7	SEZNAM A ZDROJE OBRÁZKŮ	35
8	ZDROJE INFORMACÍ	36

1 ÚVOD

Udržitelná architektura je přístup k navrhování budov, který minimalizuje negativní dopady na životní prostředí, maximalizuje energetickou účinnost a podporuje zdravé životní podmínky. Já jsem tyto tři podmínky následovala a vytvořila jsem obytný komplex udržitelného bydlení pro rodiny s dětmi.

Z architektonické a urbanistické stránky jsem chtěla, aby jednotlivé objekty v komplexu byly účelné a funkční. Svůj projekt jsem zasadila do sdíleného prostoru se spousty stromů a rostlin, kde je prostor pro děti, společný prostor a také soukromí.

Jedním z největších problémů naší budoucnosti jsou emise skleníkových plynů. Po přihlášení do soutěže VELUX King of daylight jsem se o uhlíkovou stopu a celkově o pomoc životnímu prostředí začala více zajímat. Jak můžeme ovlivnit produkci CO₂? Jako jednotlivci můžeme pomoci planetě tím, že budeme praktikovat drobné činy, které nás vůbec neomezují, jako třeba třídění odpadu, omezení nadměrného nakupování potravin, budeme vyhledávat lokální výrobce a spousty dalších. O uhlíkovou stopu je důležité se zajímat hlavně v tak velkém průmyslu jako je stavebnictví, které produkuje 28 % celkových emisí uhlíkové stopy. Jsem moc ráda, že se tímto směrem stavebnictví začíná více vyvíjet. Několik stavebních firem se totiž nad touto tématikou zamýšlí a vyvíjí díky tomu nové materiály, které při výrobě produkují menší uhlíkovou stopu a jsou z recyklovaných nebo přírodních lokálních surovin. Při přepravě staveních materiálů vzniká také velká uhlíková stopa, proto tedy jsem se snažila volit materiály vyráběné v České republice. Díky tomu mohu podpořit i českou ekonomiku.

2 UHLÍKOVÁ STOPA

2.1 Co je to uhlíková stopa

Uhlíková stopa (carbon footprint) je vyjádření naší spotřeby a produkce skleníkových plynů, a to především oxidu uhličitého (CO₂). Značí se jako CO₂ eq. CO₂ znamená oxid uhličitý a eq znamená ekvivalentní, a to nám říká, že se nejedná jen o oxid uhličitý, ale také o další prvky jako je třeba metan (CH₄), vodní pára, oxid dusný (N₂O) nebo ozón (O₃). Obvykle se vyjadřují v jednotkách tunCO₂ eq. Jejich nadměrná tvorba je pro naši planetu škodlivá. Skleníkové plyny vytvářejí v atmosféře bariéru, přes kterou se teplo ze Země nemůže volně dostat zpět do vesmíru. Fungují podobně jako skleník – sluneční paprsky projdou atmosférou a zahřejí zemský povrch a vrací se zpět do vesmíru. Problém je v tom, že teplo se od bariéry vytvořené skleníkovými plyny odrazí a vrací se zpět k Zemi. Tím zesilujeme tzv. Skleníkový efekt, který následně způsobuje globální oteplování. Je také důležité zmínit, že přestože se skleníkové plyny v atmosféře přirozeně vyskytují a jsou klíčové pro udržení života na Zemi díky stabilizaci teploty, jejich umělé zvyšování způsobené lidskou činností vede k vážným ekologickým problémům.

2.2 Důsledky nadměrné produkce uhlíkové stopy

Nadměrné oteplování planety má řetězový efekt na životní prostředí i lidskou společnost. Dochází k tání ledovců a zvyšování hladiny oceánů, což ovlivní miliony životů lidí, kteří žijí v pobřežních oblastech. Může také docházet k častějším klimatickým jevům, jako jsou třeba hurikány, velká sucha, povodně nebo návaly veder. Tyto jevy poté ohroží zemědělství, bydlení nebo také potravní řetězce. Postupné změny klimatu ovlivňují rozšíření některých druhů rostlin a živočichů. To vede k vymírání mnoha druhů a narušení ekosystému jako takového. Navíc globální oteplování snižuje kvalitu ovzduší, zhoršuje dostupnost pitné vody a přispívá k šíření nemocí. Sociálně-ekonomické dopady jsou také viditelné. Mohou zvyšovat chudobu, vyvolávat migraci lidí a zhoršovat napětí v ohrožených regionech. Celkově je tedy uhlíková stopa škodlivá proto, že urychluje procesy, které oslabují přírodní rovnováhu a zhoršují podmínky pro život lidí, zvířat i rostlin na Zemi.

2.3 Jak vzniká uhlíková stopa

Uhlíková stopa vzniká při jakékoli lidské činnosti. Skleníkové plyny vznikají především při spalování fosilních paliv, průmyslové výrobě, zemědělství, dopravě a při dalších lidských činnostech. Produkce uhlíkové stopy je spojena nejen s výrobními průmyslovými procesy, ale také s každodenní lidskou činností jako je vytápění budov, doprava autem nebo konzumace živočišných potravin.

2.4 Producenti uhlíkové stopy

Největším producentem uhlíkové stopy je energetika tzn. výroba elektřiny a tepla. Nejčastějšími topnými palivy jsou uhlí, zemní plyn a ropa. Energetika tvoří každoročně z celkových emisí CO_2_{eq} přibližně 33 %. Na druhém místě je průmysl, který tvoří 28 %. Emise zde vznikají převážně z výroby cementu, železa, oceli, chemikálií a dalších produktů. Na třetím místě je doprava a ta tvoří 16 % z celkových emisí CO_2_{eq} . Jedná se zejména o leteckou, automobilovou a lodní dopravu, kde se spaluje nafta a benzín v motorech. Dalšími významnými sektory jsou zemědělství (10 %) a odpadové hospodářství. Konkrétně ve stavebnictví vzniká největší uhlíková stopa při výrobě materiálů, především cementu. Ta sama tvoří z celkových emisí CO_2_{eq} přibližně 8 %. Při výrobě dochází nejen ke spalování fosilních paliv, ale také samotná chemická reakce při výrobě cementu produkuje velké množství $\text{CO}_{2\text{eq}}$. Další emise CO_2_{eq} pak vznikají při těžbě surovin, dopravě materiálů, stavbě budov a následně provoz samotné budovy.

2.5 Jak omezíme uhlíkovou stopu

Já jsem se zaměřila na problém uhlíkové stopy ve stavebnictví. Na možnosti omezení a snížení uhlíkové stopy. Emise uhlíkové stopy ve stavebnictví omezíme třemi hlavními způsoby.

2.5.1 Materiály

Materiály snižující uhlíkovou stopu by měly být recyklovatelné, měly by mít nízkou produkci uhlíkové stopy už při výrobě a dovoz těchto materiálů by neměl být tolik náročný. Během své životnosti prochází několika fázemi:

1. FÁZE - Fáze výroby

Do této fáze zařazujeme těžbu, dopravu do výroby a samotnou výrobu materiálů. Emise $\text{CO}_{2\text{eq}}$ těžby materiálů omezíme výběrem obnovitelných zdrojů materiálu, a to jsou především rostliny. Ty totiž při svém vzniku (růstu) k sobě vážou $\text{CO}_{2\text{eq}}$ a jsou obnovitelné. Může se dokonce stát, že hodnota $\text{CO}_{2\text{eq}}$ bude záporná, to znamená, že při svém růstu navázala více $\text{CO}_{2\text{eq}}$, než my dokážeme vyprodukovat při těžbě a zpracování tohoto materiálu. Emise $\text{CO}_{2\text{eq}}$ dopravy omezíme díky využívání lokálních zdrojů a surovin. Při samotné výrobě pak závisí na typu materiálu.

2.5.2 FÁZE - Fáze dopravy

Zde zahrnujeme dopravu materiálů na staveniště. Tuto fázi ovlivňuje typ materiálů, skladování a místo stavby. Emise $\text{CO}_{2\text{eq}}$ omezíme díky využívání lokálních firem, obdobně jako u první fáze. Snížíme nejen emise, ale podpoříme i českou ekonomiku.

2.5.3 FÁZE - Fáze instalace

V této fázi řešíme typ instalace a mechanizace potřebné pro instalaci.

3 FÁZE - Fáze použití

Zde zahrnujeme běžný provoz budovy se spotřebou energií a vody. Do provozu budovy řadíme i opravy, údržbu a výměny. Emise $\text{CO}_{2\text{eq}}$ této fáze můžeme omezit díky využití obnovitelných zdrojů energie.

3.1 FÁZE - Fáze recyklace

V této fázi zohledňujeme druh materiálu, stáří, velikost a možnosti recyklace. Jednou z nejlepších variant jsou v této fázi přírodní materiály, které se po své recyklaci mohou využít jako hnojivo.

3.1.1 Typ objektu

Další možností, jak omezit uhlíkovou stopu, je způsob architektonického řešení. Snažíme se navrhovat objekty, které mají malou zastavěnou plochu, stavíme tedy do výšky. Díky menší zastavěné ploše můžeme kolem objektu zasadit zeleň, anebo objekt rovnou do zeleně osadit. Snažíme se o co největší provázání staveb s přírodou. Také se snažíme navrhnout dispozici tak, aby bylo umožněno objekt přirozeně větrat a aby byl celý objekt přirozeně osvětlen.

3.1.2 Soběstačnost

Soběstačný dům je ten, který není závislý na energiích svého okolí. Soběstačnost nám umožňuje realizaci objektu v podstatě kdekoli. Takový dům využívá pro svůj chod obnovitelné zdroje energie, práci s vodou a se vzduchem. Například dešťovou vodu zachytáváme pomocí retenčních nádrží zabudovaných na pozemku. Tuto vodu využíváme na splachování, praní a pro závlahu zahrady.

2.5.3.1 Fotovoltaické panely

Elektrinu vyrobíme ze slunce fotovoltaickými panely. V momentě, kdy na panel dopadne světlo, začne se nám vytvářet stejnosměrný proud. Střídačem následně vytváříme proud střídavý, který nám proudí v naší domácnosti. Fotovoltaické panely jsou vyráběny z křemíku. Panely umístíme nejčastěji na jižní stranu objektu pro nejefektivnější odběr sluneční energie. Nejvíce energie odebíráme v ranní a večerní době, kdy je naše spotřeba největší. Fotovoltaické panely vyrábějí elektrickou energii ze slunečních paprsků, i když je zataženo, avšak odebrané energie už je méně.

2.5.3.2 Tepelná čerpadla

Jednou z dalších možností využití energie jsou tepelná čerpadla. Tepelné čerpadlo funguje podobně jako obrácená lednička. Odebere teplo z okolního prostředí, kterým může být voda, země nebo vzduch. Uvnitř čerpadla je speciální kapalina tzv. chladivo, které při nízkých teplotách snadno dosáhne bodu varu a mění se na páru. Tím nasává venkovní teplo. Tento plyn se poté stlačí kompresorem a při rychlém stlačení jeho teplota prudce vzroste. Horký plyn pak předá teplo topnému systému domu (radiátory, podlahové topení, atd). Tepelná čerpadla tudíž fungují na principu předávání tepla z jednoho místa na druhé. Velkou výhodou je že vytápění domu spotřebuje mnohem méně elektřiny, protože většinu energie získává ze země, vzduchu nebo vody zadarmo. V dřevostavbách je poté mnohem lepší využít reverzní čerpadlo, protože se přehřívají. Reverzní čerpadlo je chytrá verze klasického čerpadla, protože umí nejen vytápět, ale také chladit. V zimě ho využíváme jako klasické čerpadlo na topení, ale v létě se reverzuje, tzn. Že se otočí směr proudění a odebírá teplo z domu ven. Funguje tedy jako klimatizace a dům ochlazuje. V kombinaci s fotovoltaickými panely pak můžeme nadbytečnou elektřinu ze solárních panelů využívat právě na pohon reverzního čerpadla.

4 OBYTNÝ KOMPLEX

4.1 Myšlenka

Hlavní myšlenkou mého projektu bylo vytvořit objekt, u něhož bude uhlíková stopa neutrální, popřípadě stopu maximálně eliminovat. Vytvořit přátelské a útulné prostředí pro rodiny s dětmi a zároveň celkovou výstavbu co nejvíce vsadit do okolní zeleně.

4.2 Urbanismus

Přístup k objektům v areálu je z hlavní komunikace. Vjezd autům do areálu je zakázán kvůli bezpečnému pohybu dětí, udržení klidové zóny a čistotě. Komunikace mezi jednotlivými objekty jsou upraveny tak, aby nutný vjezd vozidel byl umožněn, například při stěhování nebo zásobování. Garáže jsou tedy umístěny hned při vjezdu do areálu a tvoří clonu pro společný prostor a omezují hluk dopravy ze silnice. Celý areál tvoří rodinné domy dvou typů, navzájem jsou propojené komunikacemi. Prostor pro pěší je společný a je osazen zelení a doplněn lavičkami s veřejným osvětlením. Domky jsou vystavěny do čtvercové sítě. Vynecháním několika objektů uprostřed vzniká prostor pro umístění dětského hřiště. Každý z domků vlastní svou soukromou malou zahrádku.



Obr. 1: Vizualizace vjezdu do obytného komplexu



Obr. 2: Vizualizace leteckého pohledu na obytný komplex

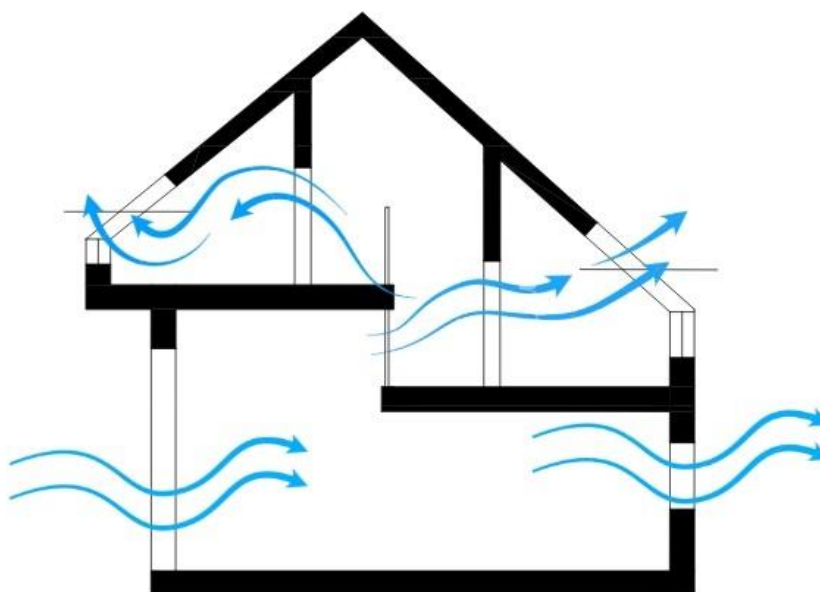
5 RODINNÝ DŮM

5.1 Kompozice

Rodinný dům je dřevostavba. Jako typ domu jsem vybrala mezonet kvůli přirozenému větrání. Otevřeme-li střešní okna a dveře v objektu, díky komínovému efektu se vzduch přirozeně dostane až do horních podlaží.



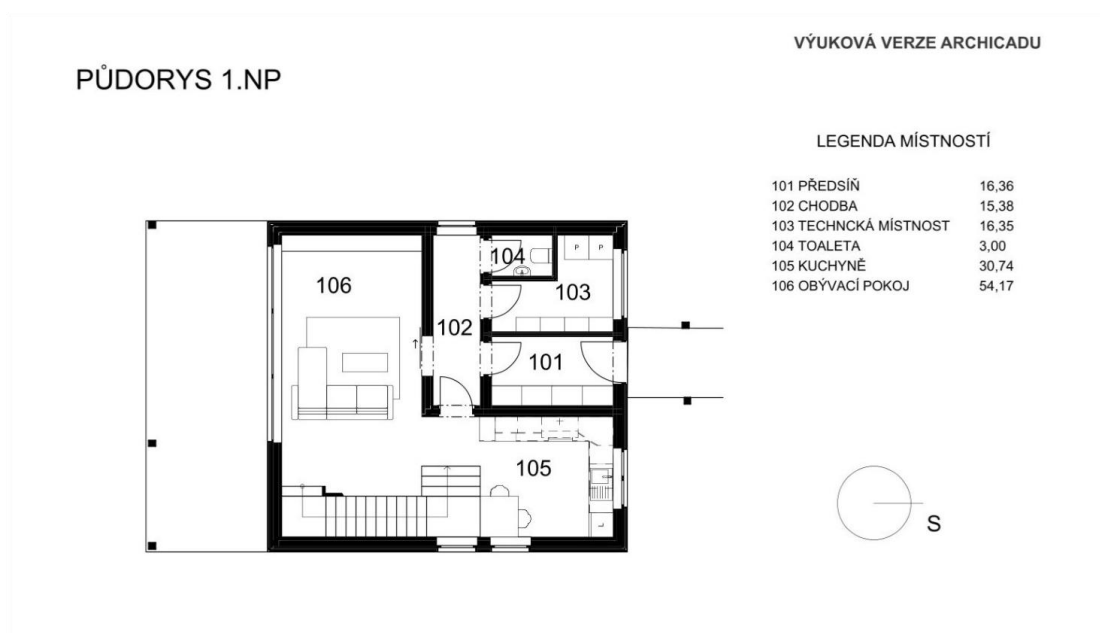
Obr. 3: Vizualizace rodinného domu



Obr. 4: Schéma větrání komínovým efektem

5.1.1 Kompozice 1.NP

V prvním nadzemním podlaží se nachází předsíň, technická místnost, toaleta, chodba, kuchyně s jídelním prostorem a obývací pokoj. Světlá výška obývacího pokoje zahrnuje jednu a půl výšky běžného podlaží. Tím vzniká pocit monumentality a provzdušnění jedné z nejdůležitějších místností domu, kde se rodina schází a tráví zde spolu svůj volný čas. Prostor je prosvětlen velkým francouzským oknem s výstupem na malou terasu. Místnost je orientovaná na jih, tedy je přes den nejdéle osvětlená.



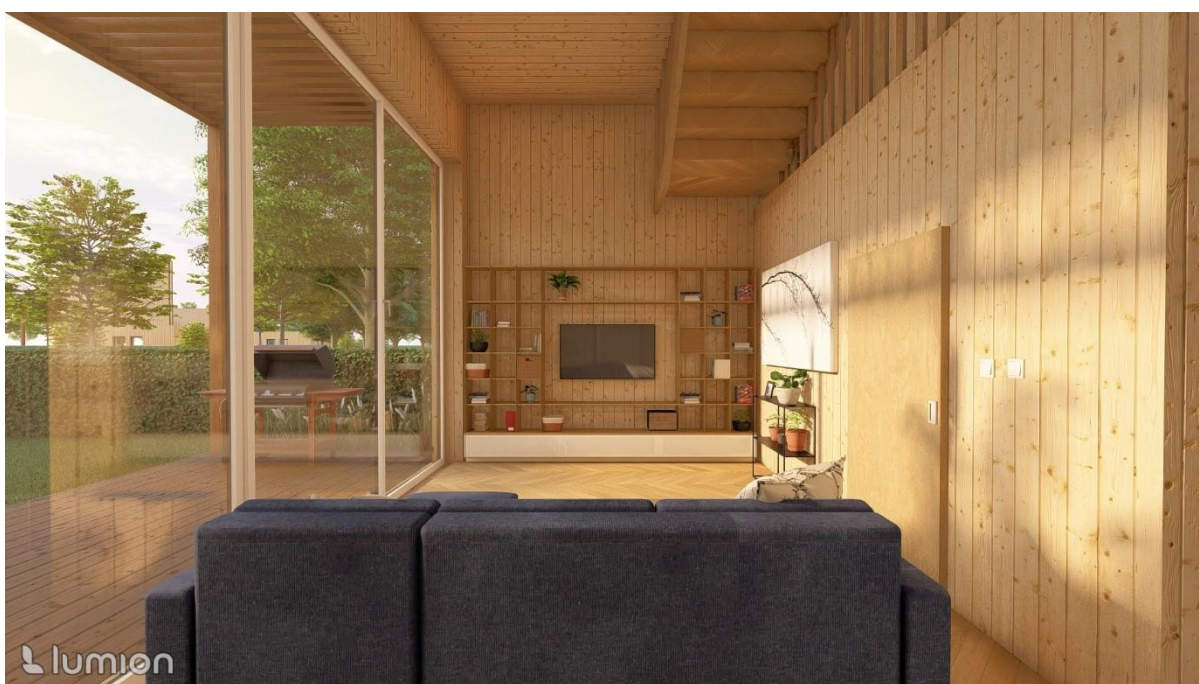
Obr. 5: Půdorys 1.NP



Obr. 6: Vizualizace kuchyně



Obr. 7: Vizualizace obývacího pokoje



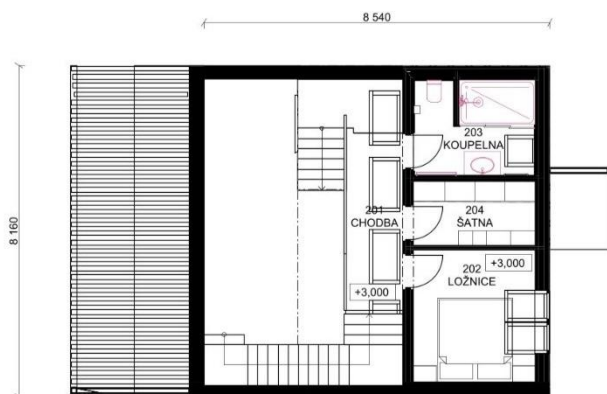
Obr. 8: Vizualizace obývacího pokoje

5.1.2 Kompozice 2.NP

Druhé podlaží se skládá z ložnice, šatny, koupelny s toaletou. Schodiště do druhého podlaží je umístěno v obývacím pokoji.

PŮDORYS 2.NP

VÝUKOVÁ VERZE ARCHICADU



LEGENDA MÍSTNOSTÍ

201 CHODBA	7,30
202 LOŽNICE	14,95
203 KOUPELNA	7,66
204 ŠATNA	5,41
205 DĚTSKÝ POKOJ	16,13

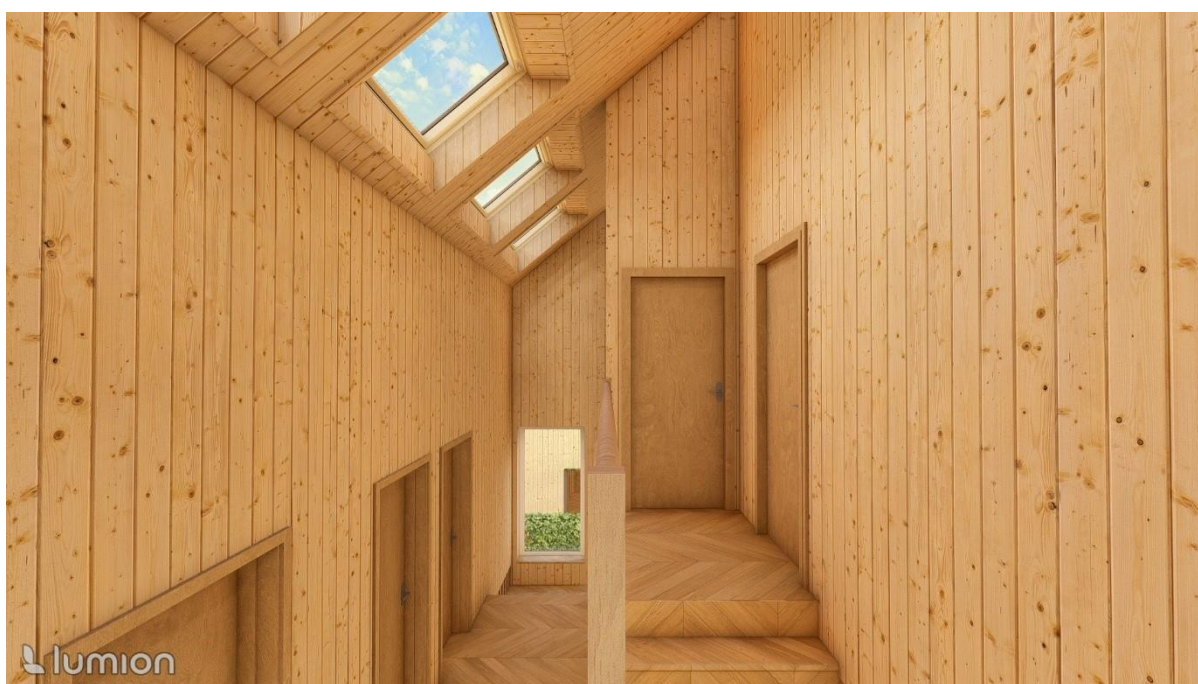
Obr. 9: Půdorys 2.NP



Obr. 10: Vizualizace ložnice



Obr. 11: Vizualizace koupelny



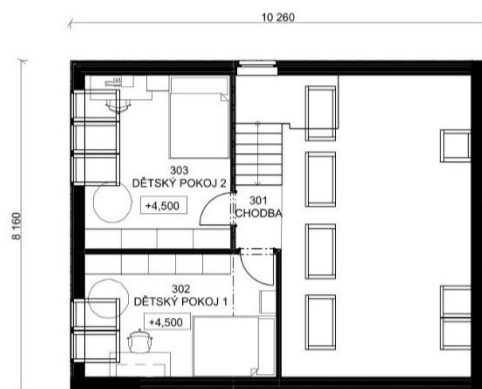
Obr. 12: Vizualizace chodby

5.1.3 Kompozice 3.NP

V posledním nadzemním podlaží se nachází dva dětské pokoje a je plošně rozšířeno odsazením. Tím tvoří sluneční clonu do obývacího pokoje. Druhé a třetí podlaží je osvětleno střešními okny VELUX. Použila jsem okna typu GGL, VIU + GIL. Okna jsou zasklena trojskly s hliníkovým opláštěním. Střešní okna jsem zvolila pro lepší přirozené osvětlení vrchních nadzemních podlaží. Stínění je zajištěno žaluziemi. Chtěla jsem, aby interiér působil

útulně a vyvolával pocit domova a bezpečí. Použila jsem tedy odstíny bílé a béžové v kombinaci se dřevem.

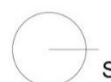
PŮDORYS 3.NP



VÝUKOVÁ VERZE ARCHICADU

LEGENDA MÍSTNOSTÍ

301 CHODBA	4,75
302 DĚTSKÝ POKOJ 1	15,41
303 DĚTSKÝ POKOJ 2	14,33



Obr. 13: Půdorys 3.NP



Obr. 14: Vizualizace dětského pokoje 1



Obr. 15: Vizualizace dětského pokoje 2

5.2 Variabilita

Pro možný odlišný počet členů rodiny jsem se rozhodla vytvořit dva typy rodinných domů. První typ je pro čtyřčlennou rodinu, s jednou ložnicí a dvěma dětskými pokoji a druhý typ je pro tříčlennou rodinu s jednou ložnicí a s jedním dětským pokojem.



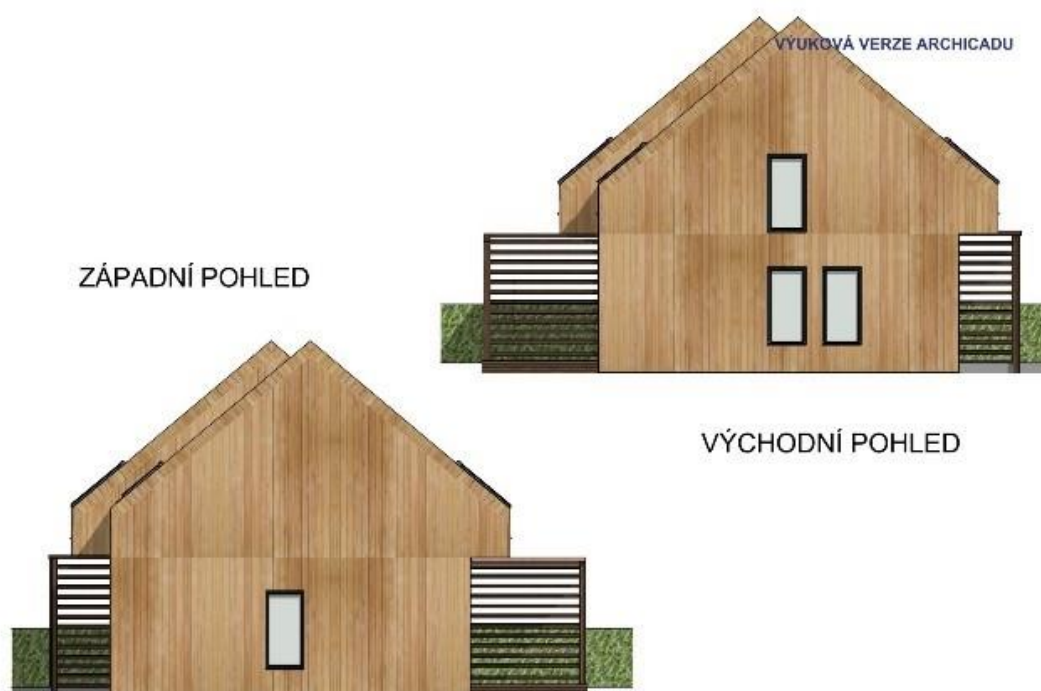
Obr. 16: Severní a jižní pohled rodinného domu pro čtyřčlennou rodinu



Obr. 17: Východní a západní pohled rodinného domu pro čtyřčlennou rodinu



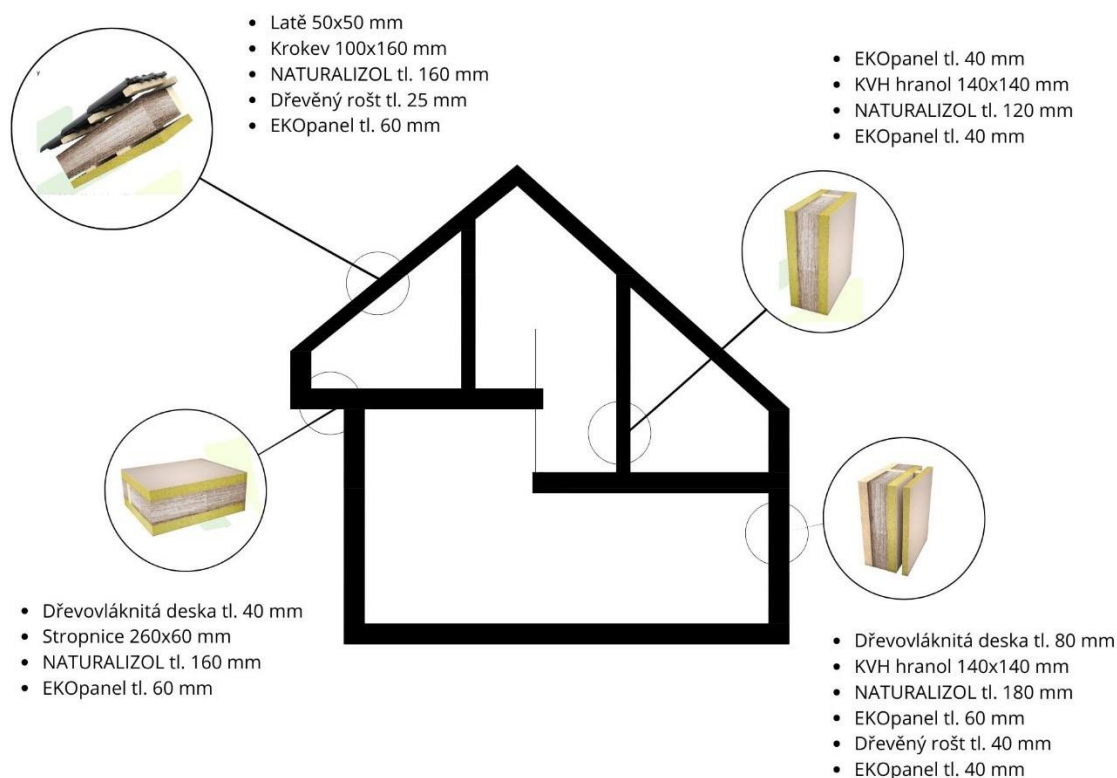
Obr. 18: Severní a jižní pohled rodinného domu pro tříčlennou rodinu



Obr. 19: Východní a západní pohled rodinného domu pro tříčlennou rodinu

5.3 Materiálové řešení

Objekt je dřevostavba. Nosnou konstrukci tvoří dřevěný rošt. Výplň rámové konstrukce tvoří EKOpány, tepelná izolace NATURALIZOL a řezivo. V exteriéru i interiéru je užit dřevěný obklad. Objekt je založen na zemních vrutech BAYOS, tudíž není přímo založen na terénu a mezi objektem a terénem vzniká vzduchová mezera, která slouží jako izolace proti radonu a vlhkosti.



Obr. 20: Schéma skladby jednotlivých konstrukcí

5.3.1 EKOpány

Hlavní prvek, který jsem užíla jako výplň rámové konstrukce jsou EKOpány. Jsou ekonomické a jsou ze 100 % z přírodních materiálů, konkrétně ze slámy. Při demolici se mohou recyklovat a následně se mohou kompostovat a využít se jako hnojivo. Díky hustotě jádra a vytlačenému vzduchu z materiálu je téměř nehořlavý a bezpečný. Akumuluje teplo a má výborné tepelné i zvukové izolační účinky. Tento materiál se používá jako vnitřní obklad stěn, bednění, podhledy, příčky, obklady nebo vestavby. Výhodou těchto panelů je také jednoduchá montáž a suchý proces. Rozměry EKOpánů si můžeme při objednávce upravit a díky tomu neplýtvat materiálem. Firma EKOpány má v České republice 2 výrobní linky. Hodnota uhlíkové stopy EKOpánů 60 je $-46,0 \text{ kgCO}_2\text{eq/m}^2$ a EKOpánů 40 je $-33,0 \text{ kgCO}_2\text{eq/m}^2$. Údaje o uhlíkové stopě mi poskytl přímo výrobce. Hodnoty nabývají záporných čísel, protože sláma je obnovitelný materiál a váže v sobě více CO_2 eq při jejím růstu, než když je následně použita na výrobu panelů. Ve svém projektu jsem tyto panely užíla na výstavbu skladby obvodových stěn, příček, vnitřních nosných stěn, stropu a střechy

5.3.2 NATURIZOL

Jako tepelnou izolaci jsem zvolila NATURIZOL od firmy JUTA. Tepelná izolace NATURIZOL je vyráběna ze lnu. Je to recyklovatelný materiál. Má velmi dobré akumulační vlastnosti a tepelné a zvukové izolační vlastnosti. NATURIZOL je také odolný proti plísním, škůdcům a hnilobě. Montáž izolace je velmi snadná, nedráždí kůži ani dýchací ústrojí, tudíž není nutné použít bezpečnostní pomůcky. Můžeme jí zateplit stěny, střešní

konstrukci nebo strop. Nevýhoda tohoto materiálu však je, že pojivové vlákno, které je užito pro výrobu izolace, je dováženo až z Asie. A právě proto zde uhlíková stopa dosahuje kladné hodnoty. Hodnota je však pro tuto izolaci velmi nízká a činí 1,921 kgCO₂eq / kg. Tuto hodnotu mi opět poskytl přímo výrobce. Pokud bychom chtěli hodnotu uhlíkové stopy snížit do záporných čísel, nahradili bychom tepelnou izolaci dřevovláknitou deskou.

5.3.3 Řezivo a dřevěné lepené prvky

Dřevo je nosnou konstrukcí celého objektu. Užívám zde lepené KVH hranoly, OSB desky, dřevovláknité desky a řezivo. U všech těchto materiálů je jiná hodnota uhlíkové stopy kvůli odlišné výrobě, avšak všechny hodnoty dosahují záporných čísel. Dřevo je také obnovitelný materiál, a tak nám platí stejná podmínka jako u EKOpanelů. Hodnotu uhlíkové stopy jednotlivých prvků jsem zjišťovala v aplikaci Cenová soustava URS online. Licenci pro program jsem zdarma získala od Cenové soustavy URS. Zde můžete najít cenové soustavy stavebních materiálů, studie o cenách materiálů za poslední roky, příručky pro správné zapisování materiálů do rozpočtu a nově zde také můžeme naleznout hodnotu uhlíkové stopy materiálů. Tuto hodnotu však najdeme jen u některých materiálech.

5.3.4 Zemní vruty BAYOS

Objekt je založen na zemních vrutech firmy BAYOS. Vrutky jsou ocelové s pozinkovanou povrchovou úpravou. K montáži nepotřebujeme betonový základ. Vrtají se přímo na terén pod dřevěný rošt. Mezi objektem a terénem vznikne vzduchová mezera, izolace proti radonu. Návrh zemních vrutů musí posoudit statik. Ve svých výpočtech počítám jen s odhadem.

5.3.5 Povrchová úprava

Jako povrchovou úpravu v interiéru i exteriéru jsem užila deskové řezivo. Hodnotu uhlíkové stopy jsem zjistila z Cenové soustavy URS online.

6 POSUDEK

6.1.1 Uhlíková stopa

Dalším cílem mé práce bylo vypočítat hodnotu uhlíkové stopy mého objektu a následně ji posoudit s hodnotou uhlíkové stopy rodinného domu z tradičních materiálů. Pracovala jsem jen s hodnotou uhlíkové stopy základních materiálů konstrukce. Počítala jsem s cihelným objektem postavený z tvárnic Porotherm 50 T Profi, Porotherm 30 Profi, Porotherm 14 Profi, nosníkový porothermový strop, základ z betonových pásů, nosná konstrukce střechy hambálkový krov a povrchová úprava objektu omítka. Oba dva objekty jsou srovnatelné z hlediska obestavěného prostoru. U těchto materiálů jsem uvažovala jen s hodnotou první fáze, fáze výroby. U ostatních fází je pro mne bohužel obtížné zjistit, jaká je jejich hodnota anebo je nemůžu hodnotně zajistit. Je zde několik faktorů, které do těchto fází zahrnujeme, a já k nim nemám přístup. Těch několik faktorů je ku příkladu dovoz nebo recyklace. Svůj výpočet

jsem vypracovala na principu rozpočtování. Vypracovala jsem si položkový rozpočet použitých materiálů, ale místo ceny jsem počítala s hodnotou uhlíkové stopy.

TABULKA UHLÍKOVÉ STOPY MATERIÁLŮ

Jednotky	kgCO ₂ /m ²	kgCO ₂ /m ³	kgCO ₂ /kg	kgCO ₂ /kus
EKOpanely 60	-46	-	-	-
EKOpanely 40	-33,9	-	-	-
NATURALIZOL	-	-	1,921	-
Dřevovláknitá deska	-	-1,74	-	-
Lepený hranol KVH	-	-4,05	-	-
Dřevěná deska	-	-7,04	-	-
Stropnice, řezivo	-	-7,34	-	-
Ocel	-	-	1,51	-
Trám, řezivo	-	-5,38	-	-
OSB deska 25	-1,18	-	-	-
Krokev	-	-7,34	-	-
Hambálek	-	-7,35	-	-
Kleština	-	-7,34	-	-
Latě	-	-5,38	-	-
PTH 50 T Profi	-	-	-	3,66
PTH 30 Profi	-	-	-	2,41
PTH 14 Profi	-	-	-	2,47
Jádrová omítka	-	-	1,44	-
PTH vložky MIAKO 23/62,5	-	-	-	3,2
PTH nosník d.5m	-	-	-	7,9
PTH nosník d.6m	-	-	-	6,32
Beton C20/25	-	3,28	-	-
Minerální vata	-	1,59	-	-

Tab.č. 1: Hodnota uhlíkové stopy materiálů

Nejprve jsem vypočítala kolik materiálu budu potřebovat na realizaci objektu a poté jsem hodnotu pronásobila uhlíkovou stopou. Všechny materiály jsem odpočítávala dle výkresů pdf studie v aplikaci Cenová soustava URS online. Jednotku, ve které jsem jednotlivé materiály počítala, jsem volila dle množství uhlíkové stopy na právě tu danou jednotku.

MŮJ DŮM

SVISLÁ KCE

Skladba:

- Dřevěný deskový obklad tl. 50 mm
- Dřevovláknitá deska tl. 80 mm
- Tepelná izolace NATURALIZOL tl. 180 mm
- EKOpael E60
- Dřevěný rošt tl. 40 mm
- EKOpael E40
- Dřevěný deskový obklad tl. 30 mm

Výpočet:

Plocha EKOPANELŮ 60 mm:

$$71 + 71 + 37 + 53 + (14 \cdot 8) + (2,8 + 3) \cdot 3 + (1,1 + 3 + 3) \cdot 2,7 + 4,7 \cdot 3,4 + 7,8 \cdot 3,7 + 4,3 \cdot 4,1 = 443,04 \text{ m}^2 \cdot (-46) = -20,38 \text{ tun CO}_2 \text{ eq}$$

Plocha EKOPANELŮ 40 mm :

$$71 + 71 + 37 + 53 + (9,2 + 4,2) \cdot 2 \cdot 3 + 7,4 \cdot 2 \cdot 3,7 = 367,16 \text{ m}^2 \cdot (-33,9) = -12,447 \text{ tunCO}_2 \text{ eq}$$

Hmotnost NATURALIZOL:

$$1\,396,736 \text{ kg} \cdot 1,921 = 2,681 \text{ tunCO}_2 \text{ eq}$$

Plocha dřevovláknité desky 80 mm:

$$71 + 71 + 37 + 53 = 232 \text{ m}^2 \cdot (-1,74) = -0,404 \text{ tunCO}_2 \text{ eq}$$

Objem lepený hranol KVH 140x140 mm d. 6 m:

$$0,14 \cdot 0,14 \cdot 6,0 \cdot 9 = 1,058 \text{ m}^3 \cdot (-4,05) = -0,005 \text{ tunCO}_2 \text{ eq}$$

Objem lepený hranol KVH 140x140 mm d. 5 m :

$$0,14 \cdot 0,14 \cdot 5,0 \cdot 9 = 0,882 \text{ m}^3 \cdot (-4,05) = -0,004 \text{ tunCO}_2 \text{ eq}$$

Objem lepený hranol KVH 140x140 mm d. 2 m :

$$0,14 * 0,14 * 2,0 * 9 = 0,353 \text{ m}^3 * (-4,05) = -0,002 \text{ tunCO}_2 \text{ eq}$$

Objem lepený hranol KVH 140x140 mm d. 7,5 m :

$$0,14 * 0,14 * 7,5 * 4 = 0,588 \text{ m}^3 * -4,05 = -0,002381 \text{ tunCO}_2 \text{ eq}$$

Objem lepený hranol KVH 140x140 mm, d. 8,5 m :

$$0,14 * 0,14 * 8,5 * 2 = 0,333 \text{ m}^3 * -4,05 = -0,001349 \text{ tunCO}_2 \text{ eq}$$

Objem lepený hranol KVH 140x140mm, d. 9,5 m :

$$0,14 * 0,14 * 9,5 * 4 = 0,353 \text{ m}^3 * -4,05 = -0,001429 \text{ tunCO}_2 \text{ eq}$$

Objem lepený hranol KVH 140x140mm, d. 9 m :

$$0,14 * 0,14 * 9 * 2 = 0,353 \text{ m}^3 * -4,05 = -0,001429 \text{ tunCO}_2 \text{ eq}$$

Objem lepený hranol KVH 140x140mm, d. 8 m :

$$0,14 * 0,14 * 8 * 2 = 0,314 \text{ m}^3 * -4,05 = -0,00127 \text{ tunCO}_2 \text{ eq}$$

Objem lepený hranol KVH 140x140mm, d. 6,5 m :

$$0,14 * 0,14 * 6,5 * 2 = 0,255 \text{ m}^3 * -4,05 = -0,001032 \text{ tunCO}_2 \text{ eq}$$

Objem lepený hranol KVH 140x140mm, d. 5,5 m :

$$0,14 * 0,14 * 5,5 * 2 = 0,216 \text{ m}^3 * -4,05 = -0,000873 \text{ tunCO}_2 \text{ eq}$$

Objem lepený hranol KVH 140x140mm, d. 5 m :

$$0,14 * 0,14 * 5 * 2 = 0,196 \text{ m}^3 * -4,05 = -0,000794 \text{ TUNCO}_2 \text{ eq}$$

Lepený hranol KVH 140x140mm, d. 4,5 m :

$$0,14 * 0,14 * 4,5 * 2 = 0,176 \text{ m}^3 * -4,05 = -0,000714 \text{ tunCO}_2 \text{ eq}$$

Hranol rošt 40x70mm :

$$-1,45 \text{ kg CO}_2 == -0,0196 \text{ tunCO}_2 \text{ eq}$$

Objem vnější obklad, dřevěné desky, tl 50 mm :

$$(37 + 53 + 71 + 71) * 0,05 = 11,6 \text{ m}^3 * -7,04 = -0,082 \text{ tunCO}_2 \text{ eq}$$

Plocha dřevovláknitá deska zvnějšku, tl 80mm :

$$(37 + 53 + 71 + 71) = 232 \text{ m}^2 \cdot -4,1 = -0,951 \text{ tunCO}_2 \text{ eq}$$

Objem obklad vnitřní, dřevěné desky, tl 30 mm :

$$(37 + 53 + 71 + 71 + 8,2 \cdot 8,2 + 8,2 \cdot 5,3 + (9 + 4 + 3 + 3) \cdot 3 \cdot 2 + (7,5 + 3 + 3 + 1) \cdot 4 \cdot 2 + (4,5 + 8) \cdot 4 \cdot 2 + 5 \cdot 4 \cdot 2) \cdot 0,03 = 21,381 \text{ m}^3 \cdot -7,04 = -0,151 \text{ tunCO}_2 \text{ eq}$$

VODOROVNÁ KCE

STROP

Skladba:

- Dřevovláknitá deska tl. 40 mm
- Stropnice 260x60 mm
- Tepelná izolace NATURALIZOL tl. 160 mm
- EKOpány E60

Výpočet:

Plocha dřevovláknitá deska, tl 40 mm :

$$84 \text{ m}^2 \cdot -2,18 = -0,183 \text{ tunCO}_2 \text{ eq}$$

Plocha EKOpány, tl 60 mm :

$$84 \text{ m}^2 \cdot -46 = -3,864 \text{ tunCO}_2 \text{ eq} \cdot 2 = -7,728 \text{ tunCO}_2 \text{ eq}$$

Objem NATURALIZOL, tl 160 mm :

$$84 \cdot 0,16 = 13,44 \text{ m}^3 \cdot 32 = 430,08 \text{ kg} \cdot 0,1921 = 0,826 \text{ tunCO}_2 \text{ eq}$$

Objem stropnice, t. 240x60 mm, d. 5,2 m :

$$0,24 \cdot 0,06 \cdot 5,2 \cdot 10 = 0,749 \text{ m}^3 \cdot -7,34 = -0,0055 \text{ tunCO}_2 \text{ eq}$$

Objem stropnice, tl. 240x60 mm, d. 5 m :

$$0,24 \cdot 0,06 \cdot 5 \cdot 10 = 0,42 \text{ m}^3 \cdot -7,34 = -0,00528 \text{ tunCO}_2 \text{ eq}$$

PODKLADOVÁ DESKA

Skladba:

- Zemní vrty Bayos
- Nosný rošt z trámů 200x300 mm
- Záklop - OSB desky tl. 25 mm
- Tepelná izolace NATURALIZOL tl. 100 mm

Výpočet:

Bayos vrty 250 ks :

$$250 * 1,51 = 0,377 \text{ tunCO}_2 \text{ eq}$$

Objem trám 200 x 300 mm :

$$0,2 * 0,3 * 60,3 = 3,618 \text{ m}^3 * -5,38 = 0,0195 \text{ tunCO}_2 \text{ eq}$$

Plocha OSB desky tl 25 mm :

$$72,46 = 72,46 \text{ m}^2 * -1,18 = -0,0855 \text{ tunCO}_2 \text{ eq}$$

Hmotnost NATURALIZOL TI, tl 100 mm :

$$0,1 * 72,46 * 35 = 253,61 \text{ kg} * 1,9 = 0,481 \text{ tunCO}_2 \text{ eq}$$

ŠIKMÁ KCE**Skladba:**

- Nosná konstrukce hambálkový krov
- EKOpányely E60
- Krokve tl. 160 mm
- Tepelná izolace NATURALIZOL tl. 160 mm
- Latě tl 15 mm

Výpočet:

Plocha EKOpányely, tl.60 mm :

$$5,3 * 8,16 + 8,2 * 8,16 = 110,2 \text{ m}^2 * -46 = -5,069 \text{ tunCO}_2 \text{ eq}$$

Objem krokev, tl. 100x160 mm :

$$8 * 0,1 * 0,16 * 5,3 = 0,678 \text{ m}^3 * -7,34 = -0,00498 \text{ tunCO}_2 \text{ eq}$$

Objem krokve, tl 100x160 mm :

$$8 * 0,1 * 0,16 * 8,2 = 1,049 \text{ m}^3 * -7,34 = 0,0077 \text{ tunCO}_2 \text{ eq}$$

Hmotnost NATURALIZOL, tl. 160 mm :

$$5,3 * 8,16 + 8,2 * 8,16 = 110,2 \text{ m}^2 * 0,16 = 17,632 \text{ m}^3 * 32 = 564,224 \text{ kg} * 1,921 = 1,083 \text{ tunCO}_2 \text{ eq}$$

Objem hambálek, tl. 100x160 mm, d. 4,5 m :

$$0,1 * 0,16 * 4,5 * 8 = 0,576 \text{ m}^3 * -7,35 = -0,00423 \text{ tunCO}_2 \text{ eq}$$

Objem kleština, tl 80x160 mm, d. 1,5 m :

$$0,08*0,16*1,5*16 = 0,307 \text{ m}^3 * -7,34 = -0,00225 \text{ tunCO}_2 \text{ eq}$$

Objem latě, tl 250 mm², d 8,2 m :

$$0,25 \times 8,2 = 2,05 \text{ m}^3 * -5,38 = -0,011029 \text{ tunCO}_2 \text{ eq}$$

CELKOVÁ UHLÍKOVÁ STOPA = -42,1 tunCO₂eq

CIHELNÝ DŮM

SVISLÉ KCE

Skladba:

- Tvárnice
- Omítka

Vypočet:

Kusy PTH 50 T Profi :

$$(37 + 53 + 71 + 71) * 0,5 = 3\,712 \text{ kusů} * 3,66 = 13,583 \text{ tunCO}_2 \text{ eq}$$

Kusy PTH 30 Profi :

$$(37 + 53 + 71 + 71 + (9+4+3+3)*3 + 7,5*4) * 0,3 = 95,7 / (0,25*0,25*0,3) = 5104 \text{ ks} * 2,41 = 12,3 \text{ tunCO}_2 \text{ eq}$$

Kusy PTH 14 Profi :

$$5,8*3 + (1,1+3+3)*2,6 + 4,7*3,5 + (4,3+3)*3,6 = 78,59 / (0,25*0,25*0,14) = 8\,982 \text{ ks} * 2,47 = 22,186 \text{ tunCO}_2 \text{ eq}$$

Hmotnost omítka interiér, jádrová, tl. 2 mm :

$$(37 + 53 + 71 + 71 + 8,2*8,2* + 8,2*5,3 + (9+4+3+3)*3*2 + (7,5+3+3+1)*4*2 + (4,5+8)*4*2 + 5*4*2) * 0,002 * 2000 = 2851 \text{ kg} * 1,44 = 4,105 \text{ tunCO}_2 \text{ eq}$$

VODOROVNÉ KCE

STROP

Skladba:

- PTH nosníky
- PTH vložky MIAKO
- Beton C20/25

Výpočet:

Kusy PTH vložky MIAKO 23/62,5:

$$73 / (0,25 * 0,625) = 460 \text{ kusů} * 3,2 = 1,472 \text{ tunCO}_2 \text{ eq}$$

Kusy PTH nosník d. 5 m :

$$8\,160 / 625 = 13 \text{ kusů} * 7,9 = 0,103 \text{ tunCO}_2 \text{ eq}$$

Kusy PTH nosník d. 4 m :

$$13 \text{ kusů} * 6,32 = 0,082 \text{ tunCO}_2 \text{ eq}$$

Objem beton C20/25 do stropů :

$$73 * 0,15 = 10,95 \text{ m}^3 * 3,28 = 0,036 \text{ tunCO}_2 \text{ eq}$$

ZÁKLADOVÁ KCE**Skladba:**

- Betonový základ
- Podkladní beton
- KARI síť

Výpočet:

Objem podkladový beton C20/25, tl 200 mm :

$$73 * 0,2 = 14,6 \text{ m}^3 * 3,28 = 0,048 \text{ tunCO}_2 \text{ eq}$$

Objem základové pásy, beton C20/25:

$$34,12 * 0,6 * 0,8 + 19,16 * 0,35 * 0,8 = 21,741 \text{ m}^3 * 3,28 = 0,071 \text{ tunCO}_2 \text{ eq}$$

Hmotnost výztuž KARI síť, 100X100 mm :

$$73 * 3,033 = 221,409 \text{ kg} * 1,49 = 0,329 \text{ tunCO}_2 \text{ eq}$$

ŠIKMÁ KCE**Skladba:**

- Nosná konstrukce hambálkový krov
- Krokev tl. 160 mm
- Latě tl. 15 mm
- Tepelná izolace foukaná minerální tl. 160 mm

Výpočet:

Objem krokev, tl. 100x160 mm :

$$8 \cdot 0,1 \cdot 0,16 \cdot 5,3 = 0,678 \text{ m}^3 \cdot -7,34 = -0,00498 \text{ tunCO}_2 \text{ eq}$$

Objem krokve, tl 100x160 mm :

$$8 \cdot 0,1 \cdot 0,16 \cdot 8,2 = 1,049 \text{ m}^3 \cdot -7,34 = -0,0077 \text{ tunCO}_2 \text{ eq}$$

Objem hambálek, tl. 100x160 mm, d. 4,5 m :

$$0,1 \cdot 0,16 \cdot 4,5 \cdot 8 = 0,576 \text{ m}^3 \cdot -7,35 = -0,00423 \text{ tunCO}_2 \text{ eq}$$

Objem kleština, tl 80x160 mm, d. 1,5 m :

$$0,08 \cdot 0,16 \cdot 1,5 \cdot 16 = 0,307 \text{ m}^3 \cdot -7,34 = -0,00225 \text{ tunCO}_2 \text{ eq}$$

Objem latě, tl 250 mm², d 8,2 m :

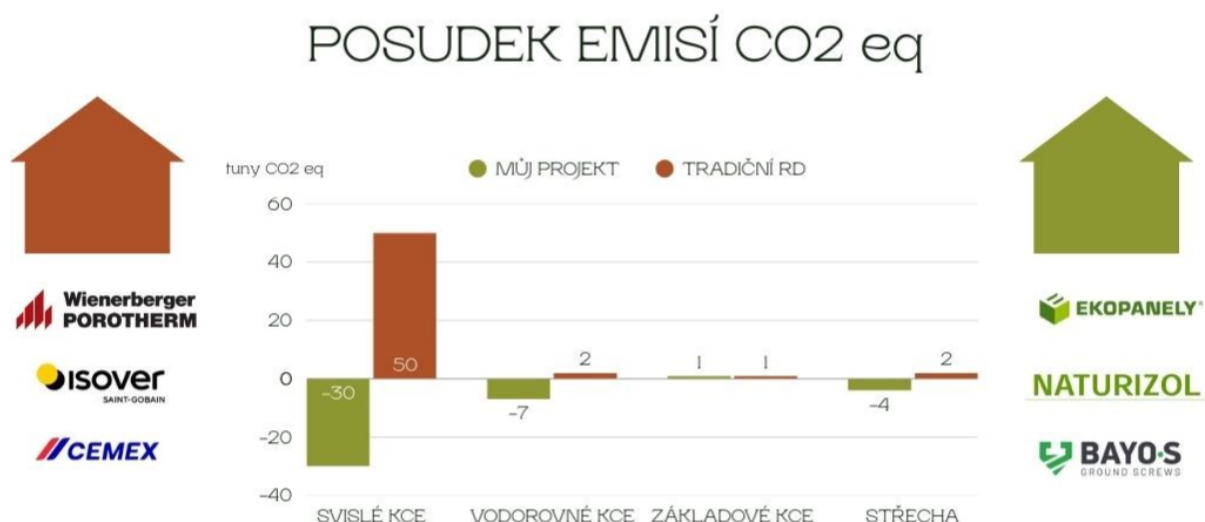
$$0,25 \times 8,2 = 2,05 \text{ m}^3 \cdot -5,38 = -0,011029 \text{ tunCO}_2 \text{ eq}$$

Objem foukaná TI minerální vata, tl 160 mm :

$$0,16 \cdot (5,3 \cdot 8,16 + 8,2 \cdot 8,16) \cdot 50 = 881,28 \text{ m}^3 \cdot 1,59 = 1,401 \text{ tunCO}_2 \text{ eq}$$

CELKOVÁ UHLÍKOVÁ STOPA = 55,583 tunCO₂eq

Výsledkem bylo, že můj objekt má hodnotu uhlíkové stopy -42,1 tunCO₂ eq a cihlový objekt nabývá hodnoty 55,583 tunCO₂ eq. To znamená, že rozdíl emisí těchto objektů je 97,683 tunCO₂ eq. Pro lepší znázornění jsem vytvořila graf, kde jsem zaznamenala hodnotu uhlíkové stopy jednotlivých konstrukcí.



Obr. 21: Graf emisí CO₂ eq

6.1.2 Součinitel prostupu tepla obvodové konstrukce

Jako další část mého výpočtu je posouzení součinitele prostupu tepla obvodové konstrukce. Dle mých výpočtů má obvodová stěna mého objektu tl. 380 mm a součinitel prostupu tepla je 0,13 W/m²*K. Výpočet jsem začala vyhledáním tepelné vodivosti a tloušťky materiálů. Tyto informace jsem vyhledala také v aplikaci Cenová soustava URS online, anebo z technických listů materiálů. Poté jsem si pomocí vzorce vypočítala tepelný odpor konstrukce a následně jsem z něho vypočetla součinitel prostupu tepla. U cihlového domu jsem užila tvárnice Porotherm 50 T Profi které mají tl. 500 mm a součinitel prostupu tepla je také 0,13 W/m²*K. Tuto informaci jsem získala z technického listu tvárnice. Když tyto dvě konstrukce posoudíme, zjistíme, že dřevostavba má tloušťku obvodové stěny o 120 mm menší, a i přes to je její tepelný odpor stejný jako odpor keramické tvárnice. Tudíž nám vznikne větší užitná plocha.

MŮJ OBJEKT

Tepelná vodivost materiálů:

Ekopanely = 0,0999 W/m*K

NATURALIZOL = 0,039 W/m*K

Dřevovláknitá deska = 0,038 W/m*K

Tloušťka materiálu a skladba konstrukce:

- dřevovláknitá deska měkká tl. 20 mm

- Ekopanely E60

- KVH hranoly + tepelná izolace tl. 180 mm
- Ekopanely E60
- dřevěný rošt tl. 40 mm
- Ekopanely E60

$$R = (0,02/0,038 + 0,06/0,0999 + 0,18/0,039 + 0,06/0,0999 + 0,06/0,0999) = 6,97 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$U = 1/(0,13 + 6,97 + 0,1) = 0,13 \text{ W/m}^2\text{K} < 0,26 \text{ W/m}^2\text{K} \text{ (norma)}$$

CIHLOVÝ OBJEKT

Porotherm 50T Profi = 0,071 W/m²K === U = 0,13 W/m²K (informaci jsem získala z technického listu Porotherm 50 T Profi)

7 ZÁVĚR

Vytvořila jsem návrh rodinného domu, který má výrazně menší uhlíkovou stopu ve srovnání s rodinným domem o stejném objemu z tradičních materiálů. Můj dům je možné jednoduše recyklovat. Dovoz materiálů není ekologicky náročný, díky použití lokálních zdrojů. Tepelný odpor konstrukce je rovný tepelnému odporu tvárnic Porotherm 50 T, ale tloušťka konstrukce je o 120 mm menší. Zastavěná plocha objektu je menší a jeho koncepce umožňuje přirozené prosvětlení a větrání pomocí komínového efektu.

Doufám, že jsem tímto projektem ukázala, že snížení emisí CO₂ eq je možné i v tak velkém průmyslu, jako je stavebnictví. Myslím si, že budoucí vývoj ve stavebnictví se bude ubírat tímto směrem a že používání obnovitelných zdrojů a vytváření architektury s co nejmenší uhlíkovou stopou bude klíčové pro boj s globálním oteplováním.



MŮJ PROJEKT



Uhlíková stopa: -42,1 tun CO₂ eq



Menší zastavěná plocha, více prostoru pro zeleň



Materiál můžeme lehce recyklovat a po recyklaci použít jako hnojivo



Soběstačný dům, který není závislý na svém okolí a využívá obnovitelné zdroje



Přirozené větrání díky komínového efektu



Tepelný odpor obvodové kce tl. 380 mm: 0,13 W/m²K



TRADIČNÍ RD



Uhlíková stopa: 55,6 tun CO₂ eq



Větší zastavěná plocha, méně prostoru pro zeleň



Materiál recyklujeme velmi složitě nebo vůbec



Dům je závislý na svém okolí a nevyužívá obnovitelné zdroje



Dům je špatně přirozeně odvětráván, kvůli tomu je časté využití



Tepelný odpor obvodové kce tl. 500 mm: 0,13 W/m²K

Obr. 22: Závěrečné srovnání tradičního rodinného domu a mého rodinného domu



Obr. 23: Vizualizace vstupu do rodinného domu

8 SEZNAM A ZDROJE OBRÁZKŮ

Obr. 1: Vizualizace vjezdu do obytného komplexu	11
Obr. 2: Vizualizace leteckého pohledu na obytný komplex.....	12
Obr. 3: Vizualizace rodinného domu	13
Obr. 4: Schéma větrání komínovým efektem	13
Obr. 5: Půdorys 1.NP.....	14
Obr. 6: Vizualizace kuchyně.....	14
Obr. 7: Vizualizace obývacího pokoje.....	15
Obr. 8: Vizualizace obývacího pokoje.....	15
Obr. 9: Půdorys 2.NP.....	16
Obr. 10: Vizualizace ložnice.....	16
Obr. 11: Vizualizace koupelny.....	17
Obr. 12: Vizualizace chodby.....	17
Obr. 13: Půdorys 3.NP.....	18
Obr. 14: Vizualizace dětského pokoje 1.....	18
Obr. 15: Vizualizace dětského pokoje 2.....	19
Obr. 16: Severní a jižní pohled rodinného domu pro čtyřčlennou rodinu.....	19
Obr. 17: Východní a západní pohled rodinného domu pro čtyřčlennou rodinu.....	20
Obr. 18: Severní a jižní pohled rodinného domu pro tříčlennou rodinu.....	20
Obr. 19: Východní a západní pohled rodinného domu pro tříčlennou rodinu.....	21
Obr. 20: Schéma skladby jednotlivých konstrukcí.....	22
Obr. 21: Graf emisí CO ₂ eq.....	32
Obr. 22: Závěrečné srovnání tradičního rodinného domu a mého rodinného domu.....	34
Obr. 23: Vizualizace vstupu do rodinného domu.....	34

Obr. 1-23: Vlastní zdroj

9 SEZNAM A ZDROJE OBRÁZKŮ

Tab.č. 1: Hodnota uhlíkové stopy materiálů.....	24
---	----

10 ZDROJE INFORMACÍ

[Uhlíková stopa – co to je a můžeme ji ovlivnit? - Samosebou.cz](#)

[Uhlíková stopa | URS](#)

[Emise skleníkových plynů v ČR podle sektorů](#)

[Fotovoltaika pro domácnosti – Ušetřete až 85 % nákladů | E.ON](#)

[Uvod - Ekopanely](#)

[NATURIZOL | JUTA e-shop](#)

[Lněná izolace NATURIZOL 100x600x1200 mm | E-shop Přírodní stavba](#)

[BAYO.S Zemní vruty - rychlá a ekologická alternativa k betonu](#)

[Cenová soustava ÚRS online | URS](#)

[Stavební materiál pro váš dům | Zdivo, střecha, fasáda, dlažba](#)

Příloha č.1 - Uhlíková stopa oceli, anglická studie

Příloha č.2 - Uhlíková stopa EKOpanelů

Příloha č.3 - Technický list Porotherm 50 T Profi

Příloha č.4 - Video obytného komplexu

Příloha č.5 - Studie

