

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA STAVEBNÍ



DIPLOMOVÁ PRÁCE

**Posouzení a optimalizace návrhu bytového domu
z pohledu resilience ve variantách**

2019/2020

Bc. Jan Karban

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Karban Jméno: Jan Osobní číslo: 438063
Zadávající katedra: Katedra konstrukcí pozemních staveb
Studijní program: Budovy a prostředí
Studijní obor: Budovy a prostředí

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: Posouzení a optimalizace návrhu bytového domu z pohledu resilience ve variantách
Název diplomové práce anglicky: Assessment and optimization of residential building in alternatives from the point of resilience.

Pokyny pro vypracování:

Student ve své diplomové práci:

1. vyhodnotí resilienci vybraného objektu podle dostupné metodiky
2. navrhne stavebně-technická opatření vedoucí k optimálnímu integrovanému návrhu budovy z pohledu hodnocení
3. ověří funkčnost a proveditelnost těchto opatření
4. vyhodnotí varianty včetně vyhodnocení vlivu jednotlivých opatření na výsledek


Seznam doporučené literatury:


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

Datum zadání diplomové práce: 19.9.2019

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 nutně 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“.

19.9.2019
Datum převzetí zadání


Podpis studenta(ky)

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracoval samostatně a všechny použité parametry 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 změně některých zákonů (autorský zákon).

V.....dne.....

.....

Podpis

Poděkování

Rád bych touto formou poděkoval vedoucí mé diplomové práce Ing. Martinu Volfovi, Ph. D., za poskytnutí odborných rad, připomínek a čas věnovaný konzultacím a zároveň Ing. Miroslavu Urbanovi, Ph. D. za rady v části technického zařízení budov.

Abstrakt

Cílem mé diplomové práce je posouzení a optimalizace návrhu bytového domu z pohledu resilience (odolnosti) bytového domu. V první části diplomové práce se zabývám riziky plynoucími ze změny klimatu. Pro zmírnění těchto rizik jsem navrhl opatření vedoucí ke snížení energetické náročnosti budovy a snížení množství emisí skleníkových plynů. Navržená opatření jsou řešena zejména návrhem konstrukcí, eliminací tepelných ztrát a využitím obnovitelných zdrojů energie. Druhá část obsahuje popis rizik spojených se změnou klimatu a také navržená opatření, která zvyšují odolnost stavby proti extrémním projevům počasí a nedostatku pitné vody. Rovněž je zde věnována pozornost fungování budovy během porušení technické infrastruktury. Třetí část obsahuje rizika vznikající lidskou činností (např. zvýšený hluk a zhoršující se kvalita větraného vzduchu) a je zde navržena odolnost budovy proti těmto rizikům. Ve čtvrté části se zabývám socio-ekonomickými riziky.

Optimalizace budovy je řešena ve dvou variantách. Konstrukční opatření je ověřeno předběžným statickým, tepelným, vlhkostním a akustickým posouzením. Pro hodnocení budovy jsem ověřil požární odolnost, tepelnou stabilitu místností, vypočetl spotřebu energií v budově a navrhl provozní i záložní zdroje energie. Také jsem navrhl opatření na snížení spotřeby pitné vody a využití šedých vod v budově. Na závěr práce jsem vyhodnotil vliv navržených opatření na resilienci budovy.

Klíčová slova

bytový dům, resilience, změna klimatu, uhlíkové emise, obnovitelná energie, energetická náročnost, pitná voda, požár

Abstract

The aim of my diploma thesis is to assess and optimize the design of a block of flats from the perspective of resilience of block of flats. In the first part of the thesis I deal with risks arising from climate change. To mitigate these risks, I proposed measures to reduce the energy intensity of the building and to reduce greenhouse gas emissions. The measures mainly consist of designing constructions, elimination of heat losses and uses of renewable sources of energy. The second part of the thesis contains description of risks connected with climate change and proposed measures increasing the building's resistance to extreme weather and drinking water shortage. This part also deals with functioning of the building during technical infrastructure damages. The third part of the thesis is about risks caused by human activities (for example increasing noise pollution and deteriorating ventilation air quality) and in this part is proposed a design of building resistance against these risks. The fourth part deals of the thesis with socio-economic risks.

Building optimization is solved in two variants. The structural measure is verified by preliminary static, thermal, moisture and acoustic assessment. For building evaluation, I have verified fire resistance, thermal stability, calculated the energy consumption in the building and suggested energy sources (operating and standby power). I also suggested measures to reduce drinking water consumption and measures to make use of graywater in the building. At the end of the thesis I evaluated the influence of the proposed measures on the resilience of the building.

Keywords

apartment building, resilience, climate change, carbon emissions, renewable energy, energy intensity, drinking water, fire

Obsah

1. Úvod	7
2. Cíl práce	8
3. Metody zpracování	9
4. Analýza resilience budovy a navržení opatření.....	10
4.1. Rizika z pohledu mitigace změny klimatu	11
4.1.1. M.1 Energetická náročnost budovy	11
4.1.2. M.2 Přispívání ke změně klimatu	14
4.1.3. M.3 Připravenost na nové formy automobilové šetrné dopravy.....	16
4.2. Rizika z pohledu adaptace budovy na změnu klimatu	17
4.2.1. A.1 Přívalové srážky	17
4.2.2. A.2 Záplava.....	18
4.2.3. A.3 Riziko letního přehřívání	20
4.2.4. A.4 Extrémní projevy počasí	22
4.2.5. A.5 Pitná voda.....	23
4.2.6. A.6 Vnější požár	25
4.2.7. A.7 Poškození infrastruktury	26
4.2.8. A.8 Městské tepelné ostrovy.....	32
4.3. Rizika dopadů lidské činnosti na kvalitu užívání budovy.....	33
4.3.1. K.1 Hluk z dopravy	33
4.3.2. K.2 Hluk z technologií a provozů.....	35
4.3.3. K.3 Kvalita větracího vzduchu	36
4.3.4. K.4 Vnitřní požární odolnost.....	38
4.4. Socio-ekonomická rizika.....	39
4.4.1. S.1 Kvalita bydlení.....	39
4.4.2. S.2 Stárnutí populace	41
4.4.3. S.3 Energetická chudoba	42
4.4.4. S.4 Kriminalita a sociální nepokoje	44
4.4.5. S.5 Nespolehlivost nebo přílišná složitost řešení	44
5. Popis a ověření navržených opatření	48
5.1. Návrh konstrukčních prvků.....	48
5.1.1. Konstrukční systém.....	48
5.1.2. Prvky obvodového pláště	49

5.1.3. Prvky pro kompletační konstrukce	52
5.1.4. Střešní konstrukce.....	54
5.1.5. Zeleň na fasádě	56
5.2. Návrh energetických zdrojů	57
5.2.1. Návrh zdroje tepla.....	57
5.2.2. Návrh obnovitelných zdrojů energie.....	59
5.3. Návrh eliminace tepelných ztrát větráním	60
5.4. Systém ukládání energií a záložní zdroje energie	61
5.5. Systém úspory pitné vody v objektu.....	62
5.6. Stínění	64
5.7. Automobilová šetrná doprava	65
5.8. Přívalové srážky	66
5.9. Záplavy.....	68
5.10. Instalace asistenčních technologií.....	69
5.11. Snížení dopadu provozní a produktové fáze	71
5.12. Úprava dispozice typického podlaží	73
6. Závěr.....	75
7. Seznam příloh.....	78
8. Seznam tabulek	78
9. Seznam obrázku	79
10. Použité zdroje.....	80

1. Úvod

Stavebnictví dnes přispívá velkou mírou ke klimatickým změnám. Na výstavbu i na provoz budov se dnes spotřebovává velké množství energie a materiálu z neobnovitelných zdrojů. Tím vzniká velké množství skleníkových plynů a odpadu. Klimatická změna se týká celé naší planety. Nejvýrazněji se projevuje změnou teploty a častějším výskytem extrémních povětrnostních jevů, jako jsou extrémní teploty, projevy sucha, silné a intenzivní deště, povodně, zhoršení kvality pitné vody a zánik živočišných druhů. Proto je nutné se na klimatické změny adaptovat, mírnit jejich průběh a omezit přispívání k těmto negativním dějům. Stále větší část populace žije ve městech, kde se klimatické změny a znečištěné ovzduší projevuje více než na venkově. To má vliv na kvalitu života i na lidské zdraví. Početnější populace vyžaduje větší potřebu nových budov. To vede k navýšení potřeby stavebního materiálu a energií na stavbu a provoz budov. Tyto okolnosti vedou ke zhoršování situace. Stále větší používání nových technických zařízení budov vede k větší spotřebě energií. Při správném použití však mohou být tato zařízení prospěšná a energii na provoz ušetřit. Budovy spotřebovávají více energie také z důvodu klimatických změn potřebou používat chlazení klimatizací v oblastech, kde to dříve nebylo nutné. Dalším velkým rizikem je nedostatek pitné vody způsobený klimatickými změnami, ale hlavně také špatným hospodařením s vodou. Dnes máme mnoho možností, jak situaci zlepšit. Můžeme využívat efektivnější zdroje energie, přečišťovat a znovu využívat odpadní vody, používat obnovitelné zdroje energií a mnoho dalších způsobů. Tato opatření přispívají nejen k příjemnějšímu a zdravějšímu životu, zachování přírody, ale často jsou i ekonomicky výhodná. Proto by cílem této práce mělo být navržení resilientního environmentálně šetrného bytového domu, který se přizpůsobí klimatickým změnám, přispěje k mitigaci změny klimatu a bude v souladu s trvale udržitelným rozvojem. Vytvoří se tak příjemné bydlení, které nebude omezovat obyvatele v uspokojování jejich potřeb.

Resilience znamená schopnost odolat, vyrovnat se a přizpůsobit změnám, jako je například klimatická změna a vývoj nových technologií. Resilientní budovy by neměly omezit své funkce poskytované obyvatelům a bránit trvale udržitelnému rozvoji. [1]

Mitigace změny klimatu je snaha zabránit zvyšování množství skleníkových plynů v atmosféře. To spočívá zejména ve využívání obnovitelných zdrojů energie a snížení spotřeby energie například zateplováním budov a užíváním efektivnějších zdrojů energie. [1]

Trvale udržitelný rozvoj „je rozvoj, který umožňuje zajistit potřeby současné generace tak, aby nebyla narušena práva budoucích generací mít stejný přístup ke zdrojům a bohatství přírody světa jako dnes.“ [1]

Adaptace na změny klimatu se vyznačuje především přizpůsobením dosavadním a očekávaným změnám klimatu. Má zabránit nebo co nejvíce eliminovat negativní projevy těchto změn. [1]

2. Cíl práce

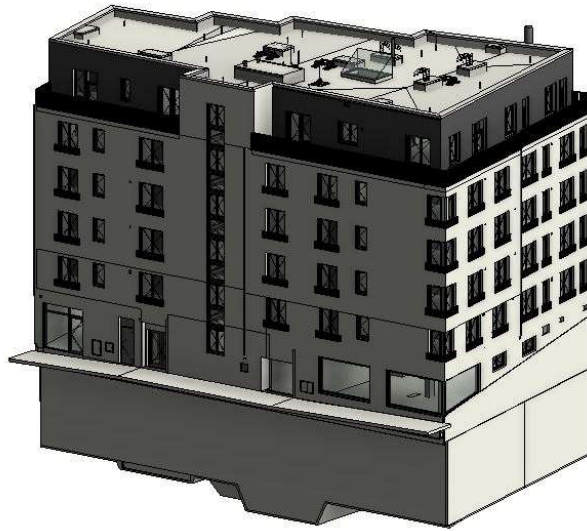
Cílem této diplomové práce je vyhodnocení resilience stávajícího bytového domu a následně navržené stavebně technických opatření vedoucích k optimálnímu návrhu podle hodnocené metodiky. Tím zvýšit resilienci proti nečekaným a náhlým událostem, reagovat a adaptovat se na tyto změny. Zajistit tak bezproblémové užívání a neomezovat poskytované funkce obyvatelům budovy při jejím užívání. Dalším cílem pro navrhovaná opatření je adaptace na změnu klimatu, tím zabránit negativním vlivům klimatu na požadované funkce stavby a využití těch pozitivních. Z důvodu mitigace změny klimatu je také záměrem pro navržená opatření minimalizovat skleníkové plyny po celý životní cyklus stavby, zejména využitím přírodních zdrojů, obnovitelných zdrojů, lokálních zdrojů a rychlé efektivní výstavby. Dále je práce zaměřena na vyhodnocení navržených variant. Ověření proveditelnosti a funkčnosti všech navržených opatření. To má docílit navržení environmentálně šetrného bytového domu odolného a přizpůsobivého vůči klimatickým změnám, změnám ve společnosti, technickému vývoji a být tak v souladu s trvale udržitelným rozvojem.

3. Metody zpracování

Jako podklad pro zpracování diplomové práce sloužila prováděcí dokumentace bytového domu a 3d model v programu Revit. Původní návrh budovy byl vyhodnocen podle metodiky hodnocení pro resilientní bytové domy verze 2.04 [2] poskytnuté vedoucím práce. Vyhodnocení bylo provedeno podle popsaných postupů uvedených v metodice. Po vyhodnocení proběhl návrh opatření ve dvou variantách a vyhodnocení jejich vlivů na zlepšení resilience budovy a ověření jejich funkčnosti a proveditelnosti.

Pro energetickou bilanci nebyl proveden hodinový výpočet, ale množství energií bylo zjištěno z průkazů energetické náročnosti budovy vytvořeném v nástroji NKN II (Národní Kalkulační Nástroj II). Pro množství využitelné elektrické energie vyrobené fotovoltaickými panely byla provedena hodinová simulace v programu DEKSOFT FVE. Hodnoty svázané energie a skleníkových emisí z databáze Envimat. Pro výpočet tepelné stability byl použit program KOMFORT. Pro tepelně technické posouzení byl použit program DEKSOFT 1D. Návrh a bilance splaškových vod byla provedena podle podkladů firmy ASIO.

4. Analýza resilience budovy a návržení opatření



Obr. 1 3D model bytového domu

V diplomové práci je posuzován bytový dům umístění v ulici Pod Barvířkou. Bytový dům má celkem osm podlaží, dvě podzemní podlaží a šest nadzemních podlaží. V podzemních podlaží jsou hromadné garáže, v prvním nadzemním podlaží jsou sklepní prostory, dvě bytové jednotky 1+kk, dvě obchodní jednotky, kotelna a zázemí budovy, jako například kočárkárna, úklidová místnost a sklepní prostory. V druhém až šestém podlaží jsou bytové jednotky různých dispozic a to 1+kk, 2+kk, 3+kk, 4+kk 6+kuchyň.

Objekt je založen na železobetonové základové desce. Svislé nosné konstrukce tvoří v suterénní části betonové sloupy a obvodové stěny. Sloupy mají jednotný rozměr 300x600mm a stěny jsou tloušťky od 200 do 350 mm. V podzemní části slouží obvodové stěny jako bílá vana. V nadzemní části v prvním a druhém podlaží přechází sloupový systém do železobetonového stěnového systému. Ve třetím až šestém podlaží jsou svislé konstrukce zděné. Výtahová šachta osobního výtahu a autovýtahu je tvořena samostatným železobetonovým tubusem. Vodorovné konstrukce jsou tvořeny železobetonovým stropy tloušťky 250 a 200 mm. Balkóny jsou navrženy jako prefabrikáty se zabudovaným iso-nosníkem. Schodiště jsou řešena z prefabrikovaných ramen a mezipodestami. Nosná konstrukce střechy je tvořena železobetonovou deskou. Střecha je plochá s atikou.

4.1. Rizika z pohledu mitigace změny klimatu

4.1.1. M.1 Energetická náročnost budovy

Celková energetická náročnost budovy se skládá z provozní energie a svázané primární energie. Provozní energie je veškerá energie potřebná pro dosažení požadovaného vnitřního prostředí. „Svázaná primární energie udává spotřebu přírodních zdrojů energie během životního cyklu výrobku.“ [3] Pro hodnocení je posuzována fáze životního cyklu A1-A3, to zahrnuje těžbu a zpracování suroviny, přepravu k výrobci a výrobu materiálu.

Původní návrh budovy

Bytový dům Pod Barvířkou je založen na základové monolitické železobetonové desce systémem tzv. „bílé vany“. V suterénech jsou stěny a sloupy železobetonové monolitické. V prvním a druhém nadzemním podlaží jsou stěny a sloupy také železobetonové monolitické. V dalších podlažích je stěnový systém zděný z keramického zdiva. Příčky jsou z keramických cihel. Fasáda je zateplena kontaktním zateplovacím systémem s minerální izolací. Sokl a podzemní podlaží jsou zatepleny extrudovaným polystyrenem. Střešní konstrukce je jednoplášťová s foliovou hydroizolací. Je zateplena expandovaným polystyrenem. Okna, výkladce a dveře v přízemí jsou hliníkové s izolačními dvojskly, okna a balkónové dveře v nadzemních podlažích jsou dřevěné s izolačními dvojskly. Obálka budovy je navržena na doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla U [W/m^2K] dle ČSN 73 0540-2. Jako zdroj tepla jsou instalovány 2 plynové nástěnné kondenzační kotle o jmenovitém výkonu po 47,7 kW, celkem 95,4 kW. Kotle slouží jako zdroj tepla pro centrální ohřev TV. Větrání budovy je podtlakové s nuceným odvodem vzduchu z hygienických místností, přívod vzduchu je přirozený přes otvory v obvodovém plášti.

Vyhodnocení původního návrhu

V původním návrhu budovy jsou použity materiály s vysokou hodnotou svázané energie. Je to především ocel využitá na vyztužení betonových konstrukcí, zdivo a beton na jejichž výrobu je potřeba velké množství energie z neobnovitelných zdrojů. Obálka budovy v původním návrhu je navržena v nízkoenergetickém standardu, zde je možnost zlepšit tepelné izolační vlastnosti obálky budovy na pasivní standart a tím ušetřit velké množství spotřeby primární energie. Zdroj energie na vytápění, přípravu teplé vody a

provozu budovy nevyužívá žádné obnovitelné zdroje energie. Původní návrh také nemá dostatečně pokryté tepelné ztráty větráním.

Položka	m.j.	hodnota
Roční svázaná energie pocházející z neobnovitelných zdrojů	MJ/a	485452,6
Roční provozní spotřeba NoPE	MJ/a	1070930,2
Ekvivalentní započitatelné množství NoPE opouštějící systémovou hranici	MJ/a	0,0
Celková spotřeba NoPE	MJ/a	1556382,8
Celková energeticky vztažná plocha	m ²	4313,7
Celková měrná spotřeba NoPE	MJ/(m ² *a)	360,8

Tab. 1 Vypočtená hodnota spotřeby neobnovitelné primární energie původní návrh (NoPE)

Opatření Varianta A

Je navržen obvodový plášť s doporučenými hodnotami součinitele prostupu tepla U [W/m²K] pro pasivní domy dle ČSN 73 0540-2. Místo oken s izolačním dvojsklem jsou navržena okna s izolačním trojsklem. Jako zdroj tepla na vytápění a ohřev vody jsou navrženy kaskádovitě zapojená tepelná čerpadla. Dále je na budově navržena fotovoltaická elektrárna s co největší možnou plochou, tím je pokryta část spotřeby elektrické energie z obnovitelných zdrojů. Tepelné ztráty větráním jsou eliminovány pomocí lokálních větracích jednotek s rekuperací tepla, které jsou umístěny v obvodovém plášti budovy. Pro snížení svázané spotřeby energie z neobnovitelných zdrojů je navržen konstrukční kombinovaný systém ze dřeva a betonu. Použitím dřevěného konstrukčního systému bylo nutné snížit budovu o jedno podlaží.

Položka	m.j.	hodnota
Roční svázaná energie pocházející z neobnovitelných zdrojů	MJ/a	225152,1
Roční provozní spotřeba NoPE	MJ/a	222555,6
Ekvivalentní započitatelné množství NoPE opouštějící systémovou hranici	MJ/a	0,0
Celková spotřeba NoPE	MJ/a	447707,7
Celková energeticky vztažná plocha	m ²	3784
Celková měrná spotřeba NoPE	MJ/(m ² *a)	118,3

Tab. 2 Vypočtená hodnota spotřeby neobnovitelné primární energie varianta A(NoPE)

Opatření Varianta B

Pro snížení provozní spotřeby primární energie je navržen obvodový plášť s doporučenými hodnoty součinitele prostupu tepla U [W/m²K] pro pasivní domy dle ČSN 73 0540-2. Místo oken s izolačním dvojsklem jsou navržena okna s izolačním trojsklem. Zdroj tepla na vytápění je řešen pomocí kaskádovitě zapojených tepelných

čerpadel. Zdroj tepla na ohřev teplé vody je plynový kondenzační kotel. Na budově je navržena fotovoltaická elektrárna s menší plochou než ve variantě A. Vyrobena elektřina z fotovoltaických panelů je využívána na ohřev teplé vody. Tepelné ztráty větráním jsou eliminovány navržením centrální vzduchotechnické jednotky s rekuperací tepla. Pro snížení svázané spotřeby energie z neobnovitelných zdrojů je navržen sloupový konstrukční systém. Tím je umožněno použít pro vnitřní dělicí stěny konstrukci z hliněných panelů na dřevěné konstrukci, s kterými je spojena menší hodnota svázané neobnovitelné energie.

Položka	m.j.	hodnota
Roční svázaná energie pocházející z neobnovitelných zdrojů	MJ/a	396844,1
Roční provozní spotřeba NoPE	MJ/a	551077,0
Ekvivalentní započitatelné množství NoPE opouštějící systémovou hranici	MJ/a	0,0
Celková spotřeba NoPE	MJ/a	947921,1
Celková energeticky vztažná plocha	m ²	4313,7
Celková měrná spotřeba NoPE	MJ/(m ² *a)	219,7

Tab. 3 Vypočtená hodnota spotřeby neobnovitelné primární energie varianta B (NoPE)

Závěr M.1 Energetická náročnost budovy

Energetická náročnost je nejvíce ovlivněna tepelně izolačními vlastnostmi obvodového pláště. Pro zlepšení tepelně izolační funkce obálky budovy není rozhodující použitý konstrukční materiál, ale použité množství izolačního materiálu. Zlepšením tepelněizolačních vlastností obálky budovy se docílí výrazného snížení energetické náročnosti. Zlepšení je také dosaženo eliminací teplených ztrát větráním pomocí větracích jednotek s rekuperací tepla. Spotřeba neobnovitelné primární provozní energie je znatelně snížena pomocí tepelných čerpadel, která využívají část energie z okolního prostředí a část z elektrické energie. Výroba elektřiny z neobnovitelných zdrojů je dnes spojena s velkou spotřebou energie, ale se zvyšujícím se podílem výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů se situace zlepšuje. Pro Variantu A je proto navržena fotovoltaická elektrárna, která částečně snižuje spotřebu elektřiny vyrobené z neobnovitelných zdrojů. Pro variantu B je navržen na ohřev teplé vody plynový kotel a fotovoltaická elektrárna. Fotovoltaická elektrárna tak snižuje spotřebu plynu z neobnovitelných zdrojů.

4.1.2. M.2 Přispívání ke změně klimatu

Budovy přispívají velkou mírou ke změně klimatu. Celkové emise skleníkových plynů u budov lze rozdělit na svázané a provozní. Svázané emise skleníkových plynů jsou produkovány při těžbě a výrobě materiálu. Provozní emise jsou produkovány spalováním paliv pro zajištění provozu budovy.

Původní návrh budovy

Původní návrh konstrukčního řešení, použité materiály, princip větrání, zdroje použité energie na vytápění a přípravu teplé vody jsou popsány v předchozím kritériu M.1 energetická náročnost.

Vyhodnocení původního návrhu

V budově jsou použity materiály s velkým množstvím svázaných skleníkových emisí. To je především ocel použitá jako výztuž do betonu, betonové a zděné konstrukce. Obálka budovy v původním návrhu je navržena v nízkoenergetickém standardu a zde je možnost zlepšit tepelně izolační vlastností obálky budovy na pasivní standart a tím ušetřit velké množství produkce provozních skleníkových plynů. Zdroj energie na vytápění, přípravu teplé vody a provozu budovy nevyužívá žádné obnovitelné zdroje energie. Původní návrh také nemá dostatečně pokryté tepelné ztráty větráním.

Položka	m.j.	Hodnota
Počet obyvatel	os	64
Měrná roční svázaná produkce emisí CO ₂ ,ekv.	kg CO ₂ ,ekv./os.a	437,1
Měrná roční provozní produkce emisí CO ₂ ,ekv.	kg CO ₂ ,ekv./os.a	1032,9
Celková měrná roční produkce emisí CO ₂ ,ekv.	kg CO ₂ ,ekv./os.a	1470

Tab. 4 Vypočtená hodnota spotřeby produkce uhlíkových emisí původní návrh

Opatření Varianta A

V této variantě je navrženo co největší množství dřevěných konstrukcí a použitých materiálů, aby bylo sníženo množství svázaných skleníkových emisí. Navržený dřevěný konstrukční systém budovy je stěnový z CLT panelů. První nadzemní podlaží bylo ponecháno železobetonové pro zvýšení odolnosti stavby. Podzemní podlaží jsou navrhnutá stejně jako v původním návrhu budovy. Tepelné izolace jsou v nadzemní části dřevovláknité, v podzemní části budovy jsou stejně jako v původní návrhu z nenasákavého polystyrenu. Snížení produkce provozních skleníkových emisí je navrženo a popsáno v předchozím kritériu M.1 energetická náročnost budovy. Pro lepší

hodnocení produkce skleníkových plynů přepočítaných na osobu byla v budově použita dispozice typického podlaží, která zlepšila prostorovou efektivitu budovy z pohledu hodnocení počtu ubytovaných osob. Tím byl zachován stejný počet množství ubytovaných osob i při snížení budovy o jedno podlaží.

Položka	m.j.	Hodnota
Počet obyvatel	os	64
Měrná roční svázaná produkce emisí CO ₂ ,ekv.	kg CO ₂ ,ekv./os.a	277,2
Měrná roční provozní produkce emisí CO ₂ ,ekv.	kg CO ₂ ,ekv./os.a	254
Celková měrná roční produkce emisí CO ₂ ,ekv.	kg CO ₂ ,ekv./os.a	531,2

Tab. 5 Vypočtená hodnota spotřeby produkce uhlíkových emisí varianta A

Opatření Varianta B

V této variantě je navrženo snížení svázaných skleníkových emisí pomocí sloupového betonového konstrukčního systému s lokálně podepřenými železobetonovými deskami. Na sloupový konstrukční systém je potřeba menšího množství betonu a ocelové výztuže než na stěnový konstrukční systém. Pro zachování stávajících rozměrů budovy bylo nutné použít nehořlavý obvodový plášť budovy. Ten je navržen zděný z keramického zdiva zateplen minerální vatou. Sloupový konstrukční systém umožní použití ekologičtějších materiálů na vnitřní dělicí konstrukce, které jsou navrženy z hliněných panelů na dřevěné konstrukci. Snížení produkce provozních skleníkových emisí je navrženo a popsáno v předchozím kritériu M.1 energetická náročnost budovy. Pro lepší hodnocení produkce skleníkových plynů přepočítaných na osobu byla v budově použita dispozice typického podlaží, která zlepšila prostorovou efektivitu budovy z pohledu hodnocení počtu ubytovaných osob. Tím se navýšila množství počtu ubytovaných osob.

Položka	m.j.	Hodnota
Počet obyvatel	os	80
Měrná roční svázaná produkce emisí CO ₂ ,ekv.	kg CO ₂ ,ekv./os.a	282,3
Měrná roční provozní produkce emisí CO ₂ ,ekv.	kg CO ₂ ,ekv./os.a	437,5
Celková měrná roční produkce emisí CO ₂ ,ekv.	kg CO ₂ ,ekv./os.a	719,8

Tab. 6 Vypočtená hodnota spotřeby produkce uhlíkových emisí varianta B

Závěr M.2 Přispívání ke změně klimatu

U obou navržených variant bylo docíleno snížení energetické náročnosti budovy v předchozím kritériu M.1 energetická náročnost budovy a také k výraznému snížení produkce provozních skleníkových emisí. V hodnocení svázaných skleníkových emisí se

negativně projevuje použití železobetonových konstrukcí v podzemních podlaží. Pro podzemní podlaží v současné době není nalezeno vhodnější konstrukční řešení. Snížení svázaných skleníkových emisí je nejvhodnější pomocí dřevěných konstrukcí. Použití dřevěných konstrukcí pro velké bytové stavby je omezeno požárními předpisy. Pro větší stavby je nutné použít nehořlavé materiály s větším množstvím svázaných skleníkových emisí.

4.1.3. M.3 Přípravenost na nové formy automobilové šetrné dopravy

Velký podíl na emisích skleníkových plynů a změnách klimatu má automobilová doprava. „Silniční doprava vypustila do ovzduší 72 procent emisí oxidu uhličitého.“[4] Šetrná automobilová doprava je taková, která nepřispívá ke klimatickým změnám, využívá obnovitelné zdroje energie a je v souladu s trvale udržitelným rozvojem.

Původní návrh budovy

Budova má dvě podzemní podlaží určená k parkování vozidel. Celkem je v budově 36 parkovacích stání. Parkovací stání jsou určena pro automobily se spalovacími motory. Čtyři parkovací stání v prvním podzemním podlaží jsou vyhrazena pro vozidla s pohonem na LPG a CNG. Pro vozidla na elektrický pohon je v prvním a druhém podzemním podlaží vždy jedna nabíjecí stanice a pro jednu stanici je zajištěna stavební technická připravenost.

Vyhodnocení původního návrhu

Celkem je v budově možnost instalace čtyř dobíjecích stanic pro vozidla na elektrický pohon. Provoz dobíjecích stanic má zajištěný způsob měření a způsob plateb za dobíjení v rámci bytového domu.

Opatření Varianta A

Je navržena možnost instalace dobíjecího bodu pro každé parkovací stání. Jako dobíjecí stanice jsou navrženy obousměrné nabíjecí stanice, které umožní zapojení automobilu do sítě a systému V2G/V2H.

Opatření Varianta B

Jsou navržena stejná opatření jako pro variantu A

Závěr M. 3 Přípravenost na nové formy automobilové šetrné dopravy

Pro zlepšení stávající situace je navržena stavební a technická připravenost pro připojení dobíjecího kabelu pro každé parkovací místo. K tomu je zapotřebí nadimenzování elektrických přípojek a elektrických rozvodů. Parkovací stání jsou v podzemních patrech budovy, řešení ochrany nabíjecích stanic a rozvodů při zaplavení objektu by bylo složité a ekonomicky nevýhodné. Budova se nenachází v záplavovém území, proto není ochrana rozvodů proti záplavě řešena.

4.2. Rizika z pohledu adaptace budovy na změnu klimatu

4.2.1. A.1 Přívalové srážky

Klimatické změny se projevují intenzivnějšími dešťovými srážkami. Zároveň se zvyšuje zastavěnost a tím se zvětšuje množství nepropustných ploch. To může způsobit přeplnění kanalizační sítě nebo záplavy.

Původní návrh budovy

Pro zachytávání a regulaci odtoku dešťů je v objektu retenční nádrž umístěná v 1.PP. Nádrž je z železobetonové konstrukce s těsněním proti tlakové vodě. Regulace odtoku dešťových vod z nádrže je provedena hradítkem vsazeným do odtokového potrubí. Objem retenční nádrže je 7,40 m³. Dešťové vody ze střechy, teras a balkonů jsou odváděny přes retenční nádrž s regulovaným odtokem 5 l/s do veřejné jednotné kanalizace v ulici před domem. Povrchy odvodňovaných ploch jsou na balkonech a terasách z keramické dlažby. Střecha má foliovou hydroizolaci pokrytou vrstvou kačírku.

Vyhodnocení původního návrhu

V původním návrhu je počítáno, že intenzita srážky, kterou je schopna retenční nádrž o objemu 7,4 m³ pojmout, je 257,8 l/(s*ha). Z hydrometeorologických dat pro opakování patnácti minutových srážek pro Prahu bylo zjištěno, že tento stav se vyskytuje jednou za 15 let.

Opatření Varianta A

Tato varianta je navrhována jako dřevostavba. Pro dřevostavby je nejvhodnější co nejrychlejší odtok vody, aby nedošlo k zatečení vody do konstrukce a její následné degradaci vlivem vlhkosti. Zvětšení objemu retenční nádrže je provedeno snížením

stropní konstrukce v místě pod retenční nádrží. To má negativní vliv na provádění stavby z důvodu složitějšího tvaru výztuže a bednění při provádění betonové konstrukce. Maximální objem, na který je možné retenční nádrž zvětšit je 9,28 m³. Při odtokových poměrech jako v původním návrhu je retenční nádrž s objem 9,28 m³ schopna pojmout srážku o intenzitě 298,52 l/(s*ha). Takto intenzivní srážka se podle hydrometeorologických dat vyskytuje jednou za 30 let. Bezpečnost přelítí je tedy 30 let.

Varianta B

Pro tuto variantu je navržena vegetační střecha. Zelená vegetační střecha zadržuje vodu a tím je zajištěn menší odtok do kanalizace. Vliv zelené střechy se projevil na výpočtu redukované odvodňované plochy. Pro původní návrh byla vypočtena redukováná odvodňovaná plocha 512,9 m², po navržení zelené střechy se tato hodnota zmenšila na 354,1 m². S navrženou zelenou střechou je pak retenční nádrž z původního návrhu o objemu 7,4 m³ schopna pojmout srážku o intenzitě 383,14 l/(s*ha). Pro takto intenzivní patnáctiminutovou srážku nebyla zjištěna doba opakování, která je více než 20 let. Bezpečnost přelítí je tedy více než 20 let.

Závěr A.1 Přívalové srážky

Původní návrh má navrženou retenční nádrž s bezedností přelítí jednou za 15 let. To je z pohledu resilience hodnoceno jako dobrý výsledek. Ale je navrženo zlepšení situace, aby byla budova co nejvíce resilientní proti přívalovým srážkám. Obě navržené varianty opatření splní bezpečnost přelítí 20 let. Pro posuzovaný objekt je vhodnější navržené opatření s použitím vrstev s nižším součinitelem odtoku, tedy použití zelené střechy. U této varianty by bylo možné pro maximální bodové ohodnocení použít retenční nádrž s menším objemem, než který je navržen v původním návrhu. Tím by bylo možné ušetřit místo v dispozici objektu a snazší konstrukční řešení.

4.2.2. A.2 Záplava

„Do budoucna se předpokládají větší projevy sucha s intenzivními přívalovými dešti, které povedou k záplavám a mohou mít za následek poškození budovy.“ [5]

Původní návrh budovy

Budova se nenachází v záplavovém území. Má dvě podzemní podlaží, kde jsou suterény řešeny systémem tzv. „bílé vany“. V úrovni terénu je stěna ochráněna SBS

modifikovaným asfaltovým pásem nataveným 1 m pod úroveň terénu a 0,3 m nad upravený terén. Okolní upravený terén je spádován směrem od budovy tak, aby byl zajištěn odtok vody směrem pryč od budovy. Do výšky 0,3 m nad terén je použita tepelná izolace z nenasákavého materiálu XSP. Výše je pak použita izolace z minerální vaty. Zařízení v podzemních podlažích není možné umístit nad výšku povodňové hladiny. Technická vybavení budovy nelze snadno přemístit ani je nelze považovat za levná a snadno vyměnitelná.

Vyhodnocení původního návrhu

Původní návrh má opatření, pomocí kterých se budova vyvaruje přístupu vody k objektu při výšce vodní hladiny 300 mm. To je především zajištěno pomocí spádování okolního terénu a zajištění odtoku vody od objektu. Původní objekt nemá žádná další opatření na zvýšení resilience budovy při záplavách, a tak může záplava na budově a na vybavení v budově způsobit značné škody.

Opatření Varianta A

Varianta A má zachována opatření na přístup vody k objektu při výšce vodní hladiny 300 mm. Pro zabránění vniknutí vody do objektu při výšce vodní hladiny 600 mm je na budově instalován systém mobilního hradidlového systému. Na zvýšení resilience objektu proti zaplávám při výšce vodní hladiny 1 m je navrženo vodní čerpadlo. Toto čerpadlo slouží pro případné odčerpávání vody při zatečení vody do objektu, při přívalových deštích. Odolnost obvodového pláště je zvýšena použitím betonové konstrukce v prvním nadzemním podlaží a tepelné izolace a fasády z nenasákavých materiálů do výšky 1 m nad terén.

Opatření Varianta B

Pro zabránění vniknutí vody do objektu při výšce vodní hladiny 600 mm je na budově instalován automatický hradidlový systém. Opatření pro zvýšení resilience jsou stejná jako pro variantu A.

Závěr A.2 Záplava

Pro posuzovaný objekt je výrazné zlepšení navržením ochrany proti vniknutí vody do objektu pomocí hradidlových zábran. U mobilních hradidlových zábran je riziko, že nedojde k včasnému nainstalování, proto je lepší použití automatického systému. Na zvýšení resilience objektu při záplavách jsou navrženy snadno proveditelné a nepřilíš

finančně náročné systémy opatření. Objekt je umístěn ve svažitém terénu mimo záplavové území. Nehrozí tedy větší riziko zaplavení objektu. Z toho důvodu nejsou technicky složitější a ekonomicky náročnější opatření na zvýšení resilience proti záplavám navrhována.

4.2.3. A.3 Riziko letního přehřívání

Současný trend vysokého podílu prosklených ploch na budovách a častěji používané lehké konstrukce mohou vést k extrémně vysokým teplotám uvnitř budov. Extrémně vysoké teploty v budově snižují uživatelský komfort a mají negativní vliv na organismus člověka. Může docházet k přehřátí organismu, což může způsobovat zdravotní potíže.

Původní návrh budovy

V budově jsou použity stavební materiály s dobrou tepelnou akumulací. Do výšky 2.NP jsou nosné stěny z železobetonu, ve vyšších patrech jsou pak nosné stěny zděné z keramického zdiva Porotherm tloušťky 300 mm. Vnitřní dělicí konstrukce jsou zděné z keramického zdiva Porotherm Aku. Tloušťky vnitřních dělicích konstrukcí jsou od 115 mm do 300 mm podle akustických požadavků. Vodorovné nosné konstrukce jsou tvořeny železobetonovou deskou tloušťky 200 mm. Okna v obvodovém plášti jsou dřevěná s izolačními dvojskly. Na budově nejsou použity žádné aktivní stínící prvky. Za pasivní stínění se dá na části budovy považovat stínění balkóny a boční stínění přesahujících stěn. Budova je větrána podtlakově nuceným odvodem vzduchu z hygienických místností a přirozeným přívodem vzduchu přes otvory v obvodovém plášti. Obytné místnosti je také možné větrat otevřením okenních otvorů. Orientace ke světovým stranám, velikost okenních otvorů, rozměry a druhy použitých dělicích konstrukcí jsou patrné z přílohy výkresové dokumentace.

Vyhodnocení původního návrhu

Původní návrh budovy nemá dostatečně řešená opatření proti letnímu přehřívání. Budova má zděný konstrukční systém, který má dobrou tepelnou kapacitu, ale z důvodu velkých okenních otvorů směřujících na jih a západ byla vypočtena maximální teplota v kritické místnosti 40,62 °C. Pro dosažení maximálních 27 °C požadované teploty by bylo nutné použít nucené větrání.

Opatření Varianta A

Varianta A je navržena jako dřevostavba. Dřevostavba je náchylnější k letnímu přehřívání, protože dřevěné konstrukce nemají tak velkou tepelnou kapacitu jako zděné nebo betonové konstrukce. Dřevěná konstrukce a materiály jsou navrženy z důvodu zlepšení kritéria M.2 přispívání ke změně klimatu. Aby nedocházelo k letnímu přehřívání jsou navrženy stínící prvky a lepší tepelněizolační vlastnosti obálky budovy a výplní otvorů. Použitím izolačních trojskel se selektivními vrstvami a zlepšení tepelně izolačních vlastností obálky budovy má varianta A bez navržených stínících prvků nepatrně nižší maximální výpočtovou teplotu v kritické místnosti 39,13 °C než v původním návrhu. Při návrhu opatření pak bylo zjištěno, že pro splnění požadavku 27 °C je nutné použít aktivní stínění pomocí vnější neprůsvitné žaluzie. Při použití vnějších žaluzií byla vypočtena maximální teplota v kritické místnosti 22,96 °C

Opatření Varianta B

Pro variantu B jsou navrženy zděné obvodové stěny a vnitřní dělicí konstrukce z hliněných panelů, aby byla zlepšena tepelná kapacita konstrukce. Další zlepšení situace oproti původnímu stavu je zajištěno použitím izolačních trojskel se selektivními vrstvami a zlepšením tepelně izolačních vlastností obálky budovy. Pro variantu B pak byla zjištěna maximální výpočtová teplota bez navržených stínících prvků v krizové místnosti 37,92 °C. Při návrhu opatření pak bylo zjištěno, že pro splnění požadavku 27 °C je nutné použít aktivní stínící prvky vnější neprůsvitné žaluzie. Při použití vnějších žaluzií byla vypočtena maximální teplota v kritické místnosti 22,74 °C

Závěr A.3 Riziko letního přehřívání

Z důvodů velkých okenních otvorů bylo nutné pro splnění požadavku na maximální výpočtovou teplotu v místnosti 27 °C použít opatření vnějších žaluzií. V návrhu bylo uvažováno i s vnějším pasivním stíněním pomocí markýz, balkónů a bočních žeber, ale i tak nebyla požadovaná maximální výpočtová teplota dosažena. Při použití aktivních stínících prvků vnějších žaluzií byl požadavek splněn s minimálním rozdílem mezi dřevostavbou a konstrukcí s tepelně akumulujícími hliněnými stěnami. Proto opatření pomocí venkovních žaluzií bylo použito pro obě varianty.

Pro splnění požadavků bez aktivních stínících prvků by bylo nutné zmenšit okenní otvory. Tím by byla narušena architektura budovy, mělo by to negativní vliv na vnitřní osvětlení místností. Proto s tímto opatřením není počítáno.

4.2.4. A.4 Extrémní projevy počasí

Extrémní projevy počasí mohou výrazně poškodit budovu. Za extrémní projevy počasí jsou považovány přívaly sněhu, extrémní poryvy větru a krupobití. Pokud je budova navržena podle platných norem, tak by extrémní počasí nemělo ohrozit statiku budovy, ale mohlo by výrazně poničit její obálku především okna a střešní plášť.

Původní návrh budovy

Budova je umístěná v Praze a nachází se v první sněhové oblasti a ve druhé větrné oblasti. Pro tyto oblasti bylo použito zatížení pro statický posudek. Má plochou střechu s atikou, na které je zakončení šachet a dojezd výtahu. Střecha je opatřena vrstvou kačírku 20 mm a foliovou hydroizolací. Okna jsou dřevěná bez vnějších ochranných prvků a jsou chráněna pouze na jižní fasádě, kde se nacházejí balkóny.

Vyhodnocení původního návrhu

Opatření na konstrukci budovy proti extrémním projevům počasí nejsou navržena. Ve statickém výpočtu není uvažováno s o třídu vyšším zatížením větrem a sněhem. Také není navržena žádná ochrana oken proti krupobití a nejsou použita okna ozkoušená na zatížení větrem dle normy ČSN EN 1991-1-4. Za jedinou ochranu v původním návrhu lze považovat vrstvu kačírku která ochrání hydroizolační vrstvu proti krupobití.

Opatření Varianta A

Stavba se nachází v Praze a rizika vyvolaná extrémním počasím jako je například zvýšení sněhového nebo větrného zatížení jsou malá, proto jsou použity hodnoty zatížení sněhem a větrem dle normy ČSN EN 1991-1-4. Na střeše je navržena vrstva kačírku. Navržením této vrstvy je zajištěna ochrana hydroizolační vrstvy proti nárazům při krupobití. Vrstva kačírku také přitíží střešní konstrukci, toto přitížení zabrání nadzvednutí střešního pláště při větrném zatížení. Další navrhované technické opatření je použití vyhřívaných střešních vpustí, aby nedocházelo k jejich zamrznutí. Při zamrznutí střešních vpustí by mohla zatékat voda do konstrukce a tím by se mohla narušit funkčnost tepelné izolace nebo by mohl být poničen dřevěný konstrukční systém budovy. Pro

ochranu oken jsou navrženy venkovní žaluzie. Tyto žaluzie chrání okna před kroupami. Proti poškození oken větrem jsou na budově navržena okna, která jsou odzkoušena na zatížení větrem podle normy ČSN EN 12211 a splňují příslušné požadavky.

Opatření Varianta B

Pro variantu B jsou navržena stejná opatření jako pro variantu A. Jediný rozdíl je v ochranně hydroizolační vrstvy střechy, která je v této variantě chráněná vegetační vrstvou zelené střechy.

Závěr A.4 Extrémní projevy počasí

Původní návrh nemá zajištěnou dostatečnou ochranu proti extrémním projevům počasí. Za jediné opatření lze považovat malou vrstvu kačírku, která chrání střešní hydroizolační vrstvu před krupobitím. Opatření umělým zvýšením sněhového a větrného zatížení ve statickém výpočtu nejsou uvažována. Zvýšení zatížení by vedlo k navržení masivnější konstrukce a větší spotřebě materiálu. Tím by se zvýšilo množství svázaných skleníkových emisí. Z důvodu zlepšení kritéria M.2 přispívání ke změně klimatu není s vyšším zatížením počítáno. Na střechách jsou navrženy ochranné přitěžující vrstvy hydroizolace proti krupobití a nadzvednutí střešního pláště vlivem větru. Jako lepší varianta přitěžující vrstvy je vyhodnocena vegetační střecha, která zároveň eliminuje přispívání k městským tepelným ostrovům. Pro obě varianty je použita ochrana oken před kroupami pomocí venkovních žaluzií. Toto opatření je vhodné, protože venkovní žaluzie jsou navrženy i pro ochranu proti letnímu přehřívání.

4.2.5. A.5 Pitná voda

Voda je jedna z nejdůležitějších látek potřebná k životu. Z důvodu klimatických změn může nastat situace kdy nebude pitná voda samozřejmostí. Aby nenastala situace, kdy bude pitné vody nedostatek je nutné pitnou vodou šetřit, podpořit její recyklaci a tam, kde je to možné využít vodu užitkovou.

Původní návrh budovy

Budova je napojena na veřejný vodovodní řád přes novou vodovodní přípojku. V budově jsou u dřezů a umyvadel využívány baterie s omezovačem průtoku, záchody s duálním splachováním, vany jsou současně vybaveny sprchovou hlavicí s omezovačem průtoku. Myčka a pračka není v podkladech, není definována, proto je uvažováno s typickými hodnotami. Budova je v řadové zástavbě a na pozemku nejsou zelené plochy,

také nemá zeleň na střeše, fasádě ani na pozemku, a proto k vnějším účelům není voda využívána.

Vyhodnocení původního návrhu

V původním návrhu budovy nejsou žádné plochy vegetace na budově ani na pozemku, a tak není pitná voda využívána k vnějším účelům. I když jsou v budově použity úsporné baterie s omezovačem průtoku a na záchodech je navrženo úsporné duální splachování je vypočtená hodnota spotřeby pitné vody na osobu 102,8 l/(os*den).

Opatření Varianta A

V budově jsou již instalovány úsporné komponenty. Oproti původnímu stavu je uvažováno s kvalitními pračkami a myčkami s nízkou spotřebou vody. I za cenu snížení uživatelského komfortu jsou v tomto návrhu zrušeny vany a je počítáno pouze se sprchami. Dále je navržen systém na přečištění šedých vod a jejich využití v budově. Přečištěné šedé vody jsou využívány na splachování záchodů. V současné době je možné ve výpočtu potřeby pitné vody uvažovat o využívání užitkové vody pouze na splachování. V návrhu varianty A nejsou navrženy žádné plochy vegetace na budově ani na pozemku, a tak není pitná voda využívána k vnějším účelům. S těmito opatřeními je vypočtená spotřeba pitné vody na osobu 49 l/(os*den).

Opatření Varianta B

Pro vnitřní užívání pitné vody jsou navržena stejná opatření jako ve variantě A, ale je ponechána uživatelská kvalita bydlení a jsou zde instalovány sprchy i vany. Návrh se liší zejména vnějším užíváním vody, kdy v tomto návrhu je navržena zelená střecha a fasáda z důvodu snížení přispívání budovy k městským tepelným ostrovům. Je navržen systém na zachytávání dešťové vody, která je využívána na zálivku zelených ploch na budově, proto není pitná voda k vnějším účelům využívána. S těmito opatřeními je vypočtená potřeba pitné vody na osobu 65 l/(os*den).

Závěr A.5 Pitná voda

I když jsou v původním návrhu navrženy úsporné baterie s omezovačem průtoku a na záchodech je navrženo úsporné duální splachování vychází velká spotřeba pitné vody 102,8 l/(os*den). Z pohledu hodnocení resilience budovy na spotřebu pitné vody je takto velká spotřeba pitné vody hodnocena negativně. Výrazné zlepšení je docíleno u obou variant navřením systému na využití šedých vod na splachování. Pro variantu A je navíc

snížení spotřeby pitné vody zajištěno tím, že nebudou využívány vany ale pouze sprchy, při sprchování se spotřebuje výrazně menší množství vody než při koupeli ve vaně. Toto opatření je nutné brát s rezervou, protože každá osoba má jiné hygienické návyky a spotřebuje na osobní hygienu jiné množství vody.

4.2.6. A.6 Vnější požár

Rizik vnějšího požáru je mnoho. Požár může způsobit například hořící popelnice. Při požáru může být poničena část budovy nebo i celá budova. Hlavním cílem protipožárních opatření je zabránění šíření požáru, zajistit budovu tak, aby v případě požáru vznikly co nejmenší škody na budově a nejdůležitější je ochránit lidské životy.

Popis stávajícího návrhu

Obvodový plášť budovy je v prvním a druhém nadzemním podlaží tvořen železobetonovými stěnami. V třetím až šestém nadzemním podlaží je obvodový plášť zděný z keramického zdiva Porotherm. Celá fasáda objektu je zateplena kontaktním zateplovacím systémem z minerální vaty. Obklad fasády posledního nadzemního podlaží je řešen nehořlavým kovovým obkladem. Střecha objektu je plochá, v ustoupeném 6.np jsou pochozí terasy pro přilehlé byty. Terasy jsou řešeny dlažbou, zbylá plocha střechy je pokryta násypem kameniva (kačírku). Tepelná izolace střechy a teras je z expandovaného polystyrenu.

Vyhodnocení původní návrhu

Původní návrh budovy má na fasádách použité nehořlavé materiály. Jediné riziko je na střešní konstrukci, kdy je použita hořlavá izolace z polystyrenu. Pro původní návrh nehrozí větší rizika spojená s vnějším požárem.

Opatření Varianta A

Varianta A je navržena z materiálů na bázi dřeva. Dřevostavba je náchylnější a rizikovější k vnějšímu požáru než původní stav, ale je navržena podle platných požárních norem. Pro splnění požárních předpisů je nutné snížení budovy o jedno podlaží a tím se sníží ubytovací kapacita budovy. Dřevěná konstrukce a materiály jsou navrženy z důvodu zlepšení kritéria M.2 přispívání ke změně klimatu. První nadzemní podlaží je ponecháno železobetonové jako v původním návrhu. Dřevěné materiály jsou použity v druhém až pátém podlaží. Stěny a stropy jsou z CLT panelů, tepelná izolace fasády je dřevovláknitá.

Fasáda je tvořena dřevěným obkladem, terasy jsou řešeny dlažbou, zbylá plocha střechy je pokryta násypem kameniva (kačírku). Tepelná izolace střešní konstrukce je z minerální vlny.

Opatření Varianta B

Varianta B je navržena z nehořlavých materiálů. Konstrukční systém je sloupový železobetonový. Obvodový plášť je zděný z keramického zdiva a je zateplený minerální vatou. Pro střešní konstrukci je navrženo zlepšení pomocí intenzivní vegetační střechy, která zadržuje vodu a snižuje riziko přenosu vnějšího požáru. Ve střešním plášti je použita tepelná izolace z polystyrenu.

Závěr A.6 Vnější požár

V původní návrhu budovy nehrozí rizika spojená s vnějším požárem, jsou zde převážně použity nehořlavé materiály, které jsou zachovány ve variantě návrhu B. Navržená varianta A je méně odolná na rizika spojená s vnějším požárem. Důvodem menší odolnosti na vnější požár je použití hořlavých dřevěných materiálů v obvodovém plášti. Dřevěná konstrukce a materiály jsou navrženy z důvodu zlepšení kritéria M.2 přispívání ke změně klimatu. Dalším negativním vlivem použití dřevěné konstrukce je nutné snížení budovy o jedno podlaží, aby byly dodrženy požární předpisy, tím však došlo ke zmenšení ubytovací kapacity budovy. Dodržením všech požárních předpisů je vyloučené větší riziko vnějšího požáru i u varianty A s dřevěnou konstrukcí.

4.2.7. A.7 Poškození infrastruktury

Poškození infrastruktury může úplně vyřadit budovu z provozu. Resilientní budova by měla být odolná a zajistit provozuschopnost v plně zachovaném komfortu nebo částečně zachovaném komfortu i při poškození infrastruktury.

Popis stávajícího návrhu

Osvětlení: V původním návrhu budovy je použitý záložní zdroj UPS s dobou zálohy nouzového osvětlení 45 min. Jiné záložní zdroje pro osvětlení v budově nejsou v původním návrhu navrženy.

Větrání: Budova je větrána podtlakově s nuceným odvodem vzduchu z hygienických a technických místností. Přívod vzduchu je přirozený přes otvory v obvodovém plášti. Budovu je možné větrat i pomocí otevřených oken.

Dodávka tepla: Budova je vytápěna dvěma kondenzačními kotly. Žádný záložní zdroj energie není v budově navržen. Konstrukční systém budovy je železobetonový a zděný.

Dodávka vody: Budova je napojena na vodovodní řád pitné vody. V budově nejsou žádné záložní zdroje pitné ani užitkové vody.

Dodávka teplé vody: Voda v budově je ohřívána pomocí kondenzačního kotle. Zásobník teplé vody v budově je o objemu 750 l. Žádné záložní zdroje pro ohřev vody nejsou v původním návrhu navrženy.

Dodávka elektřiny pro domácnost: V původním návrhu není navržen žádný záložní zdroj elektřiny.

Odvod odpadních vod: Objekt je napojen na jednotnou veřejnou kanalizaci. Budova také nevyužívá dešťovou vodu ani neprovozuje čističku odpadních vod.

Svoz komunálního odpadu: Budova nemá prostory, kam by bylo možné ukládat odpad při vynechaných svozech komunálního odpadu.

Připravenost na domino-efekt selhání kritické infrastruktury: Budova nemá vypracovaný krizový plán reagující na všechny krizové plány poškození kritické infrastruktury.

Posouzení původního návrhu

Osvětlení: V budově je jediný zdroj záložní energie UPS na zálohu nouzového osvětlení po dobu 45 minut.

Větrání: Při přerušení dodávky elektřiny je budovu možné větrat pouze otevřenými okny, ale některé neobytné místnosti není možné účinně vyvětrat, protože nemají okenní otvory.

Dodávka tepla: Pro dodávku tepla není navržen žádný záložní zdroj plynu nebo elektřiny. Budova je navržena z materiálů s dobrou tepelnou kapacitou a tím je zajištěna tepelná stabilita místností, proto nedochází k rychlému poklesu teploty v místnostech. Teplota poklesne pod 19 °C za 47 hodin po výpadku zdroje tepla a pod teplotu 16 °C poklesne za dalších 78 hodin.

Dodávka vody: Po přerušení dodávky vody není v budově žádný záložní zdroj pitné ani užitkové vody. Při porušení veřejného vodovodního řádu nelze do budovy dodávat vodu, to je rizikové z pohledu resilience budovy.

Dodávka teplé vody: V budově je zásobníkový ohřev vody, který po výpadku energií po určitou dobu udrží komfortní teplotu, ale při výpadku elektřiny není zajištěna záložní energie pro provoz čerpadel a dodávku vody po budově.

Dodávka elektřiny pro domácnost: Není zajištěn žádný záložní zdroj elektřiny pro domácnosti. To je rizikové z pohledu resilience budovy.

Odvod odpadních vod: Budova se nachází v městské zástavbě a je napojena na jednotnou kanalizační síť. Při porušení veřejné kanalizační sítě není možné jinak likvidovat odpadní vody, a to je rizikové z pohledu resilience.

Svoz komunálního odpadu: Budova nemá žádné dostatečně velké místnosti, které by mohly být využity na skladování odpadu při vynechaných svozech.

Připravenost na domino-efekt selhání kritické infrastruktury: Budova nemá vypracovaný krizový plán.

Opatření Varianta A

Osvětlení: Je navržen záložní zdroj UPS s dobou zálohy nouzového osvětlení 45 min. Dále je pro nouzové osvětlení navržena domovní zásoba akumulátorových svítidel s dostatečnou zálohou energie na 15 dní.

Větrání: Větrání je navrženo pomocí lokálních větracích jednotek s rekuperací umístěných v obvodovém plášti. Jako záložní zdroj elektřiny pro lokální větrací jednotky je navrženo bytové bateriové uložení dobíjené fotovoltaickou elektrárnou. Lze uvažovat, že odběr energie z baterie na provoz větracích jednotek a klíčových spotřebičů v domácnosti je malý a dobíjení fotovoltaických panelů umožní provoz větracích jednotek po dobu patnácti dnů. Budovu je také možné větrat i pomocí otevřených oken, ale některé neobytné místnosti není možné účinně vyvětrat, protože nemají okenní otvory.

Dodávka tepla: Jako zdroj na vytápění budovy slouží kaskádovitě zapojená tepelná čerpadla. Jako záložní zdroj elektřiny pro tepelná čerpadla je navrhnout dieselagregát se zásobou paliva na dobu provozu 8 hodin. Po přerušení provozu dieselagregátu je přerušena dodávka tepla do budovy. V této variantě je použita dřevěná konstrukce, která má horší tepelnou stabilitu než původní masivní konstrukce. Proto pokles teploty po přerušení dodávky tepla je rychlejší než v původním návrhu. Po přerušení vytápění poklesne teplota pod 19 °C za 9 hodin a pod teplotu 16 °C poklesne za dalších 24 hodin.

Dodávka vody: V budově je navržen systém na využívání šedých vod. Čistírnou přečištěnou šedou vodu je možné využít jako vodu užitkovou. Elekřina pro řerpadla zajiřřující dopravu užitkové vody po budově je dodávána z dieselagregátu se zásobou paliva na dobu provozu 8 hodin. Po řeruření dodávky elekřiny není vřak možné dopravovat užitkovou vodu po budově.

Dodávka teplé vody: Jako zdroj na ohřev vody slouží tepelná řerpadla. Záložním zdrojem elekřiny pro tepelná řerpadla je navrhnut dieselagregát se zásobou paliva na 8 hodin.

Dodávka elekřiny pro domácnost: Pro každou bytovou jednotku je navrřeno bytové bateriové uložiřtě s kapacitu 8,5 kWh, které je dobíjené pomocí fotovoltaičkých panelů. Po výpadku zdroje elekřiny je zajiřřten pouze provoz klíčových spotřebičů. Lze předpokládat, ře jejich spotřeba je malá a při současném dobíjení pomocí fotovoltaičké energie je zajiřřřena doba provozu na 15 dní.

Odvod odpadních vod: Budova se nachází v mēřtské zástavbě a je napojena na jednotnou kanalizační síť. Při poruření veřejné kanalizační sítě není možné jinak likvidovat odpadní vody, a to je rizikové z pohledu resilience.

Svoz komunálního odpadu: Budova nemá prostory, kam by bylo možné ukládat odpad při vynechaných svozech komunálního odpadu.

Připravenost na domino-efekt selhání kritické infrastruktury: Budova nemá vypracovaný krizový plán, reagující na všechny krizové plány pořřkození kritické infrastruktury.

Opatřření Varianta B

Osvětlení: Dodávka elekřiny pro běžné osvětlení je zajiřřřena pomocí navrřřeného dieselagregátu se zásobou paliva na dobu provozu 8 hodin. Dále je pro nouzové osvětlení navrřřena domovní zásoba akumulátorový svítlen s dostatečnou zálohou energie na 15 dní.

Větrání: Větrání je zajiřřřeno pomocí větrací centrální větrací jednotky s rekuperací tepla. Jako záložní zdroj pro provoz vzduchotechniky je navrřřen dieselagregát se zásobou paliva na dobu provozu 8 hodin. Po výpadku dodávky energie je možné budovu větrat pomocí otevřených oken, ale některé neobytné místnosti nelze účinně vyvětrat, protože nemají okenní otvory.

Dodávka tepla: Jako zdroj na vytápění budovy slouží kaskádovitě zapojená tepelná čerpadla. Záložním zdrojem elektřiny pro tepelná čerpadla je navrhnut dieselaagregát se zásobou paliva na dobu provozu 8 hodin. Po přerušení provozu dieselaagregátu je přerušena dodávka tepla do budovy. V této variantě jsou použity těžké konstrukce s dobrou tepelnou akumulací, tím je zajištěna dobrá tepelná stabilita místnosti a nedochází k tak rychlému poklesu teploty. Po přerušení vytápění poklesne teplota pod 19 °C za 44 hodin a pod teplotu 16 °C poklesne za dalších 76 hodin.

Dodávka vody: V budově je navržen systém na využívání šedých a dešťových vod. Přes čistírnu přečištěnou šedou a dešťovou vodu je možné využít jako vodu užitkovou. Elektřina pro čerpadla zajišťující dopravu užitkové vody po budově je dodávána z dieselaagregátu se zásobou paliva na dobu provozu 8 hodin. Po přerušení dodávky elektřiny není možné dopravovat užitkovou vodu po budově.

Dodávka teplé vody: Jako zdroj na ohřev vody slouží plynový kotel s podporou elektrické energie vyrobené z fotovoltaických panelů umístěných na střeše budovy. Po přerušení dodávky plynu je voda stále dohřívána pomocí fotovoltaických panelů a je dodávána voda o snížené teplotě.

Dodávka elektřiny pro domácnost: Jako záložní zdroj elektřiny pro domácnosti slouží navržený dieselaagregát se zásobou paliva na dobu provozu 8 hodin. Po celou dobu jeho provozu je zajištěn běžný provoz spotřebičů v domácnostech.

Odvod odpadních vod: Budova se nachází v městské zástavbě a je napojena na jednotnou kanalizační síť. Při porušení veřejné kanalizační sítě není možné jinak likvidovat odpadní vody, a to je rizikové z pohledu resilience. Množství odpadních vod je eliminováno zadržováním a využíváním dešťové vody v budově.

Svoz komunálního odpadu: Budova nemá prostory, kam by bylo možné ukládat odpad při vynechaných svozích komunálního odpadu.

Připravenost na domino-efekt selhání kritické infrastruktury: Budova nemá vypracovaný krizový plán, reagující na všechny krizové plány poškození kritické infrastruktury.

Závěr A. 6 Poškození infrastruktury

Původní návrh budovy není schopen reagovat na porušení technické infrastruktury. Jediné pozitivní hodnocení u původního návrhu je z pohledu resilience dobrá tepelná stabilita místnosti, která zajistí pomalý pokles teploty při přerušení dodávky tepla na vytápění a možnost větrání budovy pomocí okenních otvorů.

Pro variantu A jsou navrženy záložní zdroje energie a tím je docíleno výrazného zlepšení. Pomocí naražených bytových bateriových úložišť a fotovoltaické elektrárny na budově je zajištěn provoz klíčových domácích spotřebičů a lokálních větracích jednotek po dobu 15 dnů. Kdyby po výpadku dodávky elektřiny probíhal běžný provoz domácích spotřebičů, došlo by k rychlému vybití baterií. Aby mohl být tento provoz zachován, bylo by nutné použít ekonomicky nevýhodné velké kapacity baterií. Jako záložní zdroj pro vytápění a ohřev vody je navržen dieselagregát s minimální dobou provozu 8 hodin. Přestože je navržen záložní zdroj pro vytápění je pro variantu A dosaženo horšího výsledku v hodnocení dodávky tepla. To je způsobeno navržením dřevěné konstrukce, která má horší tepelnou stabilitu místností.

Varianta B je z pohledu odolnosti poškození infrastruktury lepší než varianta A. V budově je navržen jako záložní zdroj dieselagregát, který zajistí běžný provoz budovy po dobu 8 hodin. Palivo pro delší provoz dieselagregátu není v budově skladováno z důvodu prostorové kapacity a také by bylo nebezpečné v budově skladovat nebezpečné a hořlavé látky. Po ukončení provozu elektrocentrály je zajištěno nouzové osvětlení pomocí akumulátorových svítidel. Také je zajištěno neustálé dodávání teplé vody se sníženou teplotou, ohřev této vody zajišťuje fotovoltaická elektrárna.

Obě navržené varianty mají navržený systém na využívání užitkové vody z přečištěných šedých vod. Varianta B ještě navíc využívá vodu dešťovou, toto je jediné navržené opatření zvyšující odolnost při porušení kanalizační sítě. Další opatření pro zlepšení odolnosti při porušení kanalizace není navrženo. Budova je umístěná v městské zástavbě, kde je pouze jednotná kanalizace a v budově ani v jejím okolí není možné umístit čističku odpadních vod

Zlepšení odolnosti stavby při porušení infrastruktury pomocí fotovoltaické elektrárny je vhodné, protože při normální provozu budovy šetří spotřebu primární

energie. Dále je vhodné navržení využívání užitkové vody přečištěním šedých vod, toto opatření při běžném provozu budovy šetří velké množství pitné vody.

4.2.8. A.8 Městské tepelné ostrovy

Městská zástavba prokazatelně vykazuje vyšší teploty než okolí. Tepelné ostrovy jsou způsobeny odstraněním vegetace a zastavěním plochy materiály, které dopadající záření absorbují a v noci uvolňují.

Původní návrh

Budova má plochou střechu pokrytou vrstvou kačírku světlé barvy. Balkóny a terasy mají povrchovou úpravu tvořenou keramickou dlažbou světlé barvy. Fasáda objektu je převážně omítnuta tenkovrstvou omítkou a opatřena bílou a na části budovy tmavě šedou barvou. V šestém nadzemním podlaží je fasáda opatřena kovovým obkladem tmavě šedé barvy.

Posouzení původního návrhu

Na většině budovy je použita bílá nebo světlá barva s dobrou odrazivostí tepelného záření. Na zdi ani na pozemku není navržena žádná vegetace, která by pomáhala eliminovat riziko vzniku tepelných ostrovů.

Opatření Varianta A

Na části budovy v prvním nadzemním podlaží je fasáda řešena omítkou bílé barvy s dobrou odrazivostí tepla. Ve vyšších podlažích je fasáda řešena dřevěným světlým obkladem, který dobře odráží tepelné záření a výrazně nepřispívá k vzniku tepelných ostrovů. Střecha je stejně jako v původním návrhu opatřena vrstvou kačírku světlé barvy. Situaci zhoršuje navržena fotovoltaická elektrárna na střeše budovy, která má černou barvu a akumuluje teplo. Vegetace na obálce budovy v této variantě není navržena, protože použití zelené fasády a střeš je rizikovější u dřevěných konstrukcí, kdy může dojít k degradaci konstrukce vlivem zvýšené vlhkosti při zalévání rostlin.

Opatření Varianta B

Na budově je fasáda omítnuta omítkou bílé barvy s dobrou odrazivostí tepla. Na jižní a západní straně je navržena zelená fasáda, která se pne po pomocné konstrukci do výšky 15 metů nad terén. Na části střechy jsou osazeny fotovoltaické panely, na zbylé ploše je navržena vegetační střecha s intenzivní zelení.

Závěr A. 8 Městské tepelné ostrovy

Použitím převážně světlých materiálů a barev s dobrou odrazivostí tepla budova v původním návrhu a variantě A výrazně nepřispívá k vzniku tepelných ostrovů. Výrazné zlepšení situace je ve variantě B, které je zajištěno navržením zelených ploch na fasádě a střeše budovy. Vegetace na budově pomáhá eliminovat vznik tepelných ostrovů.

4.3. Rizika dopadů lidské činnosti na kvalitu užívání budovy

4.3.1. K.1 Hluk z dopravy

Stále hustější doprava může v některých lokalitách způsobovat nadměrný hluk, který je škodlivý pro lidské zdraví. Proto je důležité, aby zvuková izolace obvodového pláště dostatečně ochránila obyvatele uvnitř budovy, nepůsobila zdravotní potíže a umožnila komfortní bydlení.

Původní návrh

Budova se nachází v Praze 5 na Smíchově v ulici Pod Barvířkou. Je umístěna na rohu řadové zástavby. Stávající hluková situace je významným způsobem ovlivněna především automobilovým a tramvajovým provozem na městských komunikacích, nejvíce provozem na ulici Radlická. Obvodový plášť budovy je v prvním a druhém nadzemním podlaží z železobetonových monolitických stěn tloušťky 200 mm. V třetím až šestém nadzemním podlaží je obvodový plášť z keramického zdiva Porotherm 30. Obvodový plášť je zateplený minerální vatou. Fasádní úprava je tvořena tenkovrstvým omítkovým systémem. Okna na budově jsou dřevěná s izolačním dvojsklem. Objekt je větrán podtlakově. Odvod vzduchu je z hygienických místností bytů a přívod vzduchu je přirozený přes otvory v obvodovém plášti.

Posouzení původního návrhu

Původní návrh budovy má na obálku budovy použity materiály s dobrými akustickými vlastnostmi. Betonové a zděné stěny mají dobrou stavební zvukovou neprůzvučnost, ale rizikové jsou okenní otvory. Okenní otvory jsou vyplněny dvojsklem s běžným zasklením a tím výrazně zhoršují stavební neprůzvučnost obálky budovy.

Opatření Varianta A

V této variantě návrhu je budova navržena převážně z dřevěných konstrukcí. Dřevěná konstrukce a materiály jsou navrženy z důvodu zlepšení kritéria M.2 přispívání ke změně klimatu. Lehké dřevěné konstrukce mají horší akustické vlastnosti než těžké zděné nebo betonové konstrukce. Aby byly zlepšeny akustické vlastnosti dřevěných stěn je navrženo použití sádkartonových předstěn. Dalším výrazným zlepšením by bylo použití izolačního trojskla s lepšími akustickými vlastnostmi. Větrání budovy je zajištěno pomocí odhlučených lokálních větracích jednotek v obvodovém plášti.

Opatření Varianta B

V této variantě je navržen zděný obvodový plášť jako v původním návrhu. Ale z důvodu úspory materiálu a snížení množství svázaných skleníkových emisí je použito zdivo menší tloušťky. Použité zdivo je voleno z cihel Porotherm 25 Aku. Zlepšení zvukové neprůzvučnosti obálky je také zajištěno použitím okenních výplní s trojsklem. Větrání bytů je zajištěno pomocí odhlučené centrální vzduchotechnické jednotky.

Závěr K.1 Hluk z dopravy

Budova se nachází v Praze v blízkosti rušné ulice. Proto je nutné pro splnění požadovaných limitů hluku v budově použít kvalitní zvukovou izolaci obálky budovy.

Pro variantu A s dřevěnou konstrukcí je pomocí sádkartonových předstěn dosaženo lepších akustických vlastností u obvodového pláště budovy než pro zděnou konstrukci v původním návrhu. Ve variantě B je použita tenčí zděná konstrukce než v původním návrhu, ale pomocí uspořádání dutin ve zdivu je dosaženo lepších akustických vlastností u obvodového pláště budovy než v původním návrhu. Výrazné zlepšení akustických vlastností obálky budovy je zajištěno použitím trojskel s vyšší zvukovou průzvučností, toto zvukově izolační zasklení je výrazně dražší než běžné zasklení. V hodnocení je také zajištěno zlepšení pomocí odhlučeného nuceného větrání budovy.

4.3.2. K.2 Hluk z technologií a provozů

Při nedostatečné zvukové izolaci obvodového pláště i vnitřních konstrukcí se může v bytech projevit nadměrný hluk. Nepříjemný a nadměrný hluk narušuje soustředění, způsobuje bolest hlavy a tím snižuje komfort bydlení. Nejrizikovější oblastí v bytových domech jsou místnosti s technologiemi na provoz budovy, které mohou způsobovat vysoké hodnoty hluku.

Původní návrh

Obvodový plášť stávajícího stavu je popsán v předchozím kritériu K.1 Hluk z dopravy. Vnitřní nosné a mezibytové konstrukce jsou v prvním a druhém nadzemním podlaží železobetonové stěny. V třetím až šestém nadzemním podlaží jsou mezibytové konstrukce zděné z keramického zdiva Porotherm 30 AKU SYM. Dělicí příčky jsou z keramického zdiva Porotherm 11,5 AKU. Stropní konstrukce jsou v objektu tvořeny železobetonovou deskou tloušťky 200 mm a v celém objektu jsou těžké plovoucí podlahy z roznášecí vrstvou anhydritu. Objekt je větrán podtlakově. Odvod vzduchu je z hygienických místností bytů a přívod vzduchu je přirozený přes otvory v obvodovém plášti.

Posouzení původního návrhu

V původním návrhu jsou použité konstrukce s dobrými akustickými vlastnostmi a splňují požadované normové předpisy stavební neprůzvučnosti pro bytové domy. Rizikový je byt umístěný nad technickou místností v budově. V tomto bodě je splněn přesně limitní požadavek stanovený normou. Obvodový plášť a větrání budovy je popsáno v přechodném kritériu K.1 Hluk z dopravy.

Opatření Varianta A

Varianta A je navržena jako dřevostavba. Lehké dřevěné konstrukce mají horší akustické vlastnosti než těžké zděné nebo betonové konstrukce. Dřevěná konstrukce a materiály jsou navrženy z důvodu zlepšení kritéria M.2 přispívání ke změně klimatu. Zlepšení akustických vlastností a splnění normových požadavků je zajištěno pomocí sádkartonového opláštění a sádkartonových předstěn. Rizikové jsou zejména byty sousedící s technickou místností, která se nachází v prvním podlaží. V této variantě je ponecháno první podlaží z betonové konstrukce jako v původním návrhu, aby byl splněn požadavek na zvukovou průzvučnost i s rezervou a k betonové konstrukci je navržena

sádrokartonová předstěna. Obvodový plášť a větrání budovy je popsáno v přechozím kritériu K.1 Hluk z dopravy.

Opatření Varianta B

V této variantě byly navrženy z důvodu snížení svázaných skleníkových emisí vnitřní dělicí konstrukce z hliněných panelů na dřevěné konstrukci. Tyto konstrukce byly voleny tak, aby splnily normové požadavky na zvukovou neprůzvučnost. Obvodový plášť a větrání budovy je popsáno v přechozím kritériu K.1 Hluk z dopravy.

Závěr K.2 Hluk z technologií a provozů

Původní návrh splňuje požadované normové hodnoty zvukové neprůzvučnosti bez rezervy. Navrhovaná opatření na konstrukce splní tyto požadavky s rezervou a tím se zvýší resilience budovy. Ke splnění požadavků byly použity ekologičtější materiály, jejich použití výrazně snížilo množství svázaných skleníkových emisí. Zlepšení akustických vlastností obvodového pláště i způsob větrání je navržen a popsán v přechozím kritériu K.1 Hluk z dopravy.

4.3.3. K.3 Kvalita větracího vzduchu

Kvalita vzduchu výrazně ovlivňuje život člověka. Znečištění některými látkami může zvyšovat únavu, způsobovat zdravotní potíže. Pokud nastane krizová situace například znečištění vzduchu smogem je důležité zabránit vniknutí aerosolovým částicím do budovy. Tím zajistit komfortní bydlení po dobu trvání krizové situace.

Původní návrh

Budova je větrána podtlakově. Přívod vzduchu je zajištěn přirozeně přes větrací otvory bez filtru v obvodových stěnách nebo přes otvory integrované do okenních výplní. Otvory pro přívod vzduchu je možné uzavřít. Pro obytnou část budovy je vzduch odváděn z hygienických prostor a kuchyní. Pro garáže, chodby a sklepy je odvod vzduchu zajištěn potrubím s ventilátorem umístěným v šachtách s vyústěním na střeše. Kotelna v 1. NP je větrána přetlakovým systémem s nuceným s přívodem upraveného venkovního vzduchu přes filtr M5.

Posouzení původního návrhu

Hodnota vzduchotěsnosti obálky není známa, proto je uvažováno s hodnotou vzduchotěsnosti $n_{50} = 1,5$. Tato hodnota se předpokládá pro nízkoenergetické domy. Větrání bytových prostor je zajištěno přirozeným přívodem vzduchu přes otvory v obvodovém plášti. Na přívodních prvcích nejsou osazeny filtry, to je z hlediska resilience na kvalitu větraného vzduchu nedostatečné řešení.

Opatření Varianta A

V této variantě je navrženo pro bytové prostory nucené větrání pomocí lokálních větracích jednotek s rekuperací tepla umístěných v obvodovém plášti. Lokální větrací jednotky jsou vybaveny vzduchovým filtrem třídy filtrace ISO ePM10 50% - 55%. Nebytové a společné prostory jsou větrány stejně jako v původním návrhu. Vlivem zateplení obálky se také zlepší její vzduchotěsnost, ale hodnota vzduchotěsnosti obálky není známa, proto je uvažováno s hodnotou vzduchotěsnosti $n_{50} = 0,6$, tato hodnota se předpokládá pro pasivní domy.

Opatření Varianta B

Pro tento návrh je pro obytnou část navržena centrální větrací jednotka umístěna na střeše budovy. Větrací jednotka je vybavena vzduchovými filtry třídy filtrace ISO ePM1 50% - 60%. Větrání garáže je řešeno samostatným okruhem jako v původním návrhu budovy. Vlivem zateplení obálky se také zlepší její vzduchotěsnost, ale hodnota vzduchotěsnosti obálky není známa, proto je uvažováno s hodnotou vzduchotěsnosti $n_{50} = 0,6$, tato hodnota se předpokládá pro pasivní domy.

Závěr K.3 Kvalita větracího vzduchu

Z pohledu resilience je nucené větrání s filtrací vzduchu lepší volba. Pro lepší filtraci vzduchu je navrhováno použití centrální vzduchotechnické jednotky, u které je možné používat účinnější filtry než u lokálních větracích jednotek v obvodovém plášti. Pro centrální větrací jednotku lze použít HEPA nebo ULPA filtry, které se využívají pro čisté prostory. Takto účinné filtry nejsou pro bytovou výstavbu ekonomicky výhodné. Vlivem zlepšení tepelně izolačních vlastností obálky budovy je dosaženo lepší vzduchotěsnosti obálky.

4.3.4. K.4 Vnitřní požární odolnost

Dostatečná požární ochrana budovy může zabránit kolapsu konstrukce a umožnit její opětovné použití. Způsob likvidace požáru také může přivodit škody na majetku a budově a tím znehodnotit budovu nebo oddálit dobu uvedení zpět do provozu.

Původní návrh

V budově je schodiště v klasifikováno jako chráněná úniková cesta typu A. Úniková cesta schodiště je vybavena zařízením pro odvod tepla a kouře. Elektrická požární signalizace je instalována ve všech prostorách s výjimkou prostor bez požárního rizika. V bytech jsou osazeny autonomní hlásiče. Systém elektrické požární signalizace je řešen jako jednostupňový adresný systém s ústřednou s dvoustupňovým vyhledáváním poplachu. V objektu jsou umístěny opticko-kouřové a tlačítkové hlásiče. Nosné železobetonové konstrukce a zděné konstrukce jsou pouze omítnuty a nejsou jinak pasivně chráněny.

Posouzení původního návrhu

V původním návrhu jsou použity v nosných a požárně dělících konstrukcích nehořlavé materiály. Zděné a betonové konstrukce dobře odolávají.

Opatření Varianta A

Varianta A je navržena z materiálů na bázi dřeva. Dřevostavba je náchylnější a rizikovější k vnějšímu požáru než původní stav. Je navržena podle platných požárních norem. Dřevěné konstrukce a materiály jsou navrženy z důvodu zlepšení kritéria M.2 přispívání ke změně klimatu. Proto pro variantu A s dřevěným konstrukčním systémem bylo nutné snížit budovu o jedno podlaží, aby byly splněny požární předpisy. Jako konstrukční prvky jsou použity CLT panely a pro zvýšení požární odolnosti jsou opláštěny sádkartonovými deskami, které zajišťují i pasivní ochranu konstrukce. Pro návrh konstrukcí byla uvažována o jeden stupeň vyšší požární bezpečnost. Aktivní protipožární zařízení jsou navržena stejná jako v původním návrhu, pouze je přidán akustický signál pro evakuaci osob.

Opatření Varianta B

Pro tuto variantu je navržen nehořlavý betonový konstrukční systém. Pro návrh konstrukcí byla uvažována o jeden stupeň vyšší požární bezpečnost. Požárně dělicí konstrukce jsou navrženy z hliněných desek Lemix na dřevěné konstrukci. Hliněné desky jsou nehořlavé a mají dobrou požární odolnost. Nosné konstrukce jsou pasivně chráněny protipožární omítkou po dobu 15 minut. Aktivní protipožární zařízení jsou navržena stejná jako v původním návrhu pouze je přidán akustický signál pro evakuaci osob.

Závěr K.4 Vnitřní požární odolnost

V návrhu jednotlivých opáření byla uvažována o jeden stupeň vyšší požární bezpečnost. To má za následek navržení odolnějších konstrukcí a větší spotřebu materiálu spojenou s větším množstvím svázaných skleníkových emisí. Požární odolnost je zlepšována zejména jednovrstvým nebo dvouvrstvým opláštěním z hliněných nebo sádkokartonových desek. Tento způsob je volen především z důvodu toho, že pasivně chrání konstrukce před požárem a zároveň zlepšuje i akustické vlastnosti konstrukce. Polostabilní ani stabilní hasící zařízení není navrženo z důvodu negativních účinků hašení vodou. To je rizikové zejména u dřevěné konstrukce, která je náchylná na degradaci vlivem vlhkosti.

4.4. Socio-ekonomická rizika

4.4.1. S.1 Kvalita bydlení

Životnost budovy je výrazně ovlivněna dobou, kterou je schopná uspokojovat potřeby uživatelů. Resilientní budova by měla kvalitně uspokojovat potřeby a zajistit spokojenost uživatelům po co nejdélší dobu, ideálně po celou dobu životnosti stavby. Kvalitu bydlení určuje architektonická kvalita, dispoziční variabilita a uživatelská kvalita.

Původní návrh

Návrh budovy byl zpracován architektonicky stavební firmou. Architektonickou studii zpracoval autorizovaný architekt. Budova má celkem 34 bytů o dispozici 1+kk, 2+kk, 3+kk, 4+kk+kuchyň. V rámci projektu jsou doloženy dvě řešení dispozice podlaží. První varianta je použita v druhém až čtvrtém podlaží a druhá varianta je použita v pátém podlaží. Celkem je uvažováno s 64 obyvateli. V prvním nadzemním podlaží jsou dva samostatně členěné úseky obchodních jednotek. V prvním a druhém podzemním podlaží

se nachází celkem třicet šest parkovacích stání. V budově je také celkem třicet jedna samostatných sklepních jednotek. Vstup do objektu splňuje bezbariérové požadavky. V prvním nadzemním podlaží se také nachází kočárkárna, samostatná úklidová místnost a místnosti pro technické zařízení bytu.

Posouzení původního návrhu

Návrh budovy je zpracován autorizovaným architektem. Pro budovu jsou navrženy dvě varianty uspořádání typického podlaží. První varianta (obr.27 str.73) je použita v druhém až čtvrtém podlaží. V této variantě je nejvíce bytových jednotek typu 1+kk. U bytové jednotky 1+kk je počítáno s jedním obyvatelem. Z důvodu velkého počtu bytových jednotek 1+kk není z hlediska počtu ubytovaných osob zajištěna dobrá prostorová efektivita budovy. Pro případné úpravy dispozic bytu je nutný zásah do nosných konstrukcí, protože je navržen nosný stěnový systém budovy. Pozitivně je hodnoceno multifunkční využití budovy, protože v prvním nadzemním podlaží jsou navrženy dvě samostatné obchodní jednotky. V pátém podlaží je použita druhá varianta typického podlaží.

Opatření Varianta A

Pro tuto variantu bylo z důvodu použití dřevěné konstrukce nutné snížení budovy o jedno podlaží. Tím byl snížen počet bytů. Pro zachování počtu ubytovaných osob je v této variantě použitý druhý typ uspořádání typického podlaží (obr.28 str.74). Je v něm méně bytů, ale tyto byty disponují větším počtem ložnic a možností ubytovat více osob. Tento typ uspořádání typického podlaží je nyní použit v druhém až čtvrtém podlaží. Touto úpravou bylo docíleno, že i při snížení budovy a s menším počtem bytů je zachován možný počet ubytovaných obyvatel. Tímto opatřením se výrazně zlepšila prostorová efektivita budovy. Celkem je tedy navrženo 20 bytových jednotek s možností ubytovat v budově 64 obyvatel. Jiné úpravy v dispozici budovy nejsou navrženy.

Opatření Varianta B

V tomto návrhu je navržen nosný sloupový systém, který umožní změnu dispozice bytů bez zásahu do nosných konstrukcí. Prostorová efektivita je zlepšena stejným způsobem jako ve variantě A, ale pro tento návrh nebylo nutné snížení budovy. Tento typ dispozice je použit v druhém až pátém podlaží a bylo docíleno vybudování 25 bytů s možností ubytovat v budově 80 obyvatel. Jiné úpravy budovy nejsou navrženy.

Závěr S.1 Kvalita bydlení

Změnou typů dispozice bylo docíleno výrazně větší efektivity budovy z pohledu množství ubytovaných osob. Snížením počtů bytů bylo také zajištěno, že každý byt má možnost využít samostatnou skladovací jednotku. Pozitivně je hodnoceno multifunkční využití, kdy jsou v prvním nadzemním podlaží navrženy dvě samostatné obchodní jednotky. Celá budova i jednotlivé bytové jednotky jsou navrženy autorizovaným architektem, proto není dispozice bytů nijak upravována.

4.4.2. S.2 Stárnutí populace

Pro stále se zvyšující podíl starých lidí ve společnosti je důležité, aby resilientní budova svým konstrukčním řešením a instalací technických prvků zajistila co nejsnazší adaptaci na potřeby uživatelů spojené se stárnutím populace.

Původní návrh

Řešení bytového domu respektuje vyhlášku č. 398/2009 Sb. o obecných požadavcích zabezpečujících bezbariérové užívání staveb. Objekt umožňuje plně bezbariérový přístup. Vstup do objektu je bezbariérový s max. výškovým rozdílem 20 mm. Před vstupy do budovy jsou zajištěny vodorovné plochy o rozměrech min. 1500/2000 mm. Vstupní dveře umožňují otevření na šířku nejméně 900 mm. Přístup do všech podlaží je zajištěn výtahem splňujícím svými rozměry a vybavením požadavky vyhlášky. Výškové rozdíly na vnitřních komunikacích jsou max. 20 mm (prahy). Plně bezbariérový byt není v budově navržen. Pro plnou bezbariérovost by byly nutné stavební úpravy. V garážích je navrženo 36 stání ve dvou podzemních garážových podlažích, dvě stání umožňují parkování pro imobilní. Konstrukce stěn jsou zděné nebo železobetonové, výšková úroveň podlahy je jednotná pro celé podlaží.

Posouzení původního návrhu

Do budovy je zajištěn bezbariérový přístup a v budově je navržen výtah, který umožňuje bezbariérový pohyb do všech pater budovy. V budově není navržen žádný plně bezbariérový byt, není splněna minimální šířka otvorů 900mm a manipulační prostory pro vozík. V bytech je možné bezprahové řešení podlah a díky zděným a betonovým konstrukcím je možná instalace dodatečných madel v koupelně, hrazdy nad postel a instalace kolejnicového systému. Dále je možná instalace všech asortativních prvků

uvedených v metodice jako jsou například inteligentní zásuvky nebo detekce otevřených oken pro všechny byty.

Opatření

Nejsou navrhována

Závěr S.2 Stárnutí populace

Původní návrh budovy je z pohledu kritéria stárnutí populace hodnocen velmi dobře. Zlepšení stávajícího návrhu je možné pouze pokud by byly navrženy plně bezbariérové byty. Toto opatření není navrženo z důvodu omezení prostorové kapacity a požadavků na co největší počet obyvatel v budově.

4.4.3. S.3 Energetická chudoba

Hranice chudoby je pro každého jiná a nelze ji přesně určit. Z toho důvodu je dobré navržení systémů na přizpůsobení chodu domácnosti a zajistit tak možnost ovlivnit množství využívané energie pro rodiny s nízkými příjmy nebo z důvodu zdražení energií.

Původní návrh

Vytápění

Obálka budovy je podle zpracovaného průkazu energetické náročnosti v kategorii C. Výpočtem byla stanovena celková tepelná ztráta objektu 65,7 kW. Jako zdroje tepla jsou navrženy 2 závěsné plynové kondenzační kotle. V bytech je teplovodní podlahové vytápění, v obchodních jednotkách jsou pouze napojovací místa pro nájemce. Větev rozvodu vytápění je vybavena regulační smyčkou s oběhovým čerpadlem a třicestným regulačním ventilem pro ekvitermní regulaci přívodní topné vody a možnost provozu plného a tlumeného vytápění. Každý byt je připojen samostatným topným okruhem. Připojka bytového okruhu je v bytě vedena do místa měření, kde je kompaktní měřič tepla (kalorimetr) s dálkovým odečtem, uzavírací armatury a vyvažovací ventil s možností osazení termického pohonu. Termický pohon je možno využít jako zónový ventil, prostřednictvím kterého lze regulovat teplotu v bytě jako celku, v režimu plného a tlumeného vytápění.

Teplá voda

V domě je centrální příprava TV s cirkulací. K přípravě TV slouží dva plynové kotle umístěné v kotelně. Plynové kotle vyhřívají zásobníky TV, na které jsou dále připojeny rozvody TV s elektrickým cirkulačním čerpadlem. Na stoupací potrubí jsou napojena připojovací vedení jednotlivých odběrných jednotek, na které budou napojeny veškeré navržené zařizovací předměty. Před každou odběrnou jednotkou jsou společně s kalorimetry osazeny uzávěry a vodoměry.

Elektrika

Objekt je napojen na skříň hlavního domovního rozvodu, která je osazena u vchodu do objektu. Rozvaděče pro byty jsou oceloplechové vestavěné do niky v chodbě. Rozvaděče jsou osazeny jističi a elektroměry. V objektu je fakturační měření rozděleno na bytové jednotky, společné prostory nájemníků (chodby, schodiště, suterény, výtahy) a obchodní jednotka 1, 2.

Opatření Varianta A

Je navržena centrální příprava tepla na vytápění a přípravu teplé vody. Každý byt je napojen samostatným okruhem vytápění a pomocí navržených zónových ventilů je možné zcela vypnout vytápění. Měření spotřeby tepla na vytápění je řešeno pomocí kalorimetrů stejně jako v původním návrhu. V budově je centrální příprava teplé vody. Účtování probíhá podle naměřené hodnoty vodoměru umístěného v jednotlivých bytech. Na vodoměru lze nastavit maximální možný odběr. Při překročení nastavených limitů dojde k zastavení přívodu teplé vody. Pro odběr elektrické energie je také možné nastavení limitů a volby provozu jednotlivých elektrických okruhů. Po překročení limitu je možné zcela zastavit odběr elektrické energie anebo odpojit jednotlivé okruhy například silové spotřebiče nebo zásuvky.

Opatření Varianta B

Pro variantu B jsou navržena stejná opatření jako pro variantu A.

Závěr S.3 Energetická chudoba

Díky navrženým opatřením, které zajišťují možnosti nastavení limitů a omezení spotřeby jednotlivých energií je dosaženo maximálního možného hodnocení. Pro energetickou chudobu je také kladně hodnoceno navržení obálky budovy v pasivním

standartu, celkové snížení spotřeby provozní energie na provoz budovy a navržení výroby volně dostupných energií z fotovoltaické elektrárny umístěné na střeše budovy. Tato opatření jsou navržena v předchozím kritériu M.1 energetická náročnost budovy.

4.4.4. S.4 Kriminalita a sociální nepokoje

Pocit bezpečí je jedna za základních lidských potřeb. Často je spojována s bydlením. Budova by proto měla zajišťovat bezpečí obyvatel a jejich majetek. Proto je důležité zabezpečení budovy proti kriminalitě a vandalismu. Minimalizovat tak škody na budově a majetku uživatelů.

Původní návrh

V podkladech není specifikováno bezpečnostní opatření ani bezpečnostní třídy použitých prvků. Pro původní stav nebylo toto kritérium hodnoceno.

Opatření Varianta A

Budova je zařazena do úrovně potencionálního rizika 2. Pro budovu jsou navrženy prvky splňující požadované stupně bezpečnosti jde zejména o zabezpečení oken a dveří.

Opatření Varianta B

Jsou navržena stejná opatření jako ve variantě A.

Závěr S.4 Kriminalita a sociální nepokoje

Prvky s vyšším, než požadovaným stupněm bezpečnosti nejsou navrženy. Budova se nachází v oblasti, kde nehrozí sociální nepokoje ani zde není velká kriminalita, proto jsou běžné prvky zabezpečení dostatečné. Prvky s vyšším stupněm bezpečnosti jsou dražší a ekonomicky nevýhodné.

4.4.5. S.5 Nespolehlivost nebo přílišná složitost řešení

Výstavba budov se stává stále složitější. Složitá může být výstavba budovy například z důvodu složitého konstrukčního systému, dodržování technologií a koordinace práce na stavbě. Budovy se také vybavují stále složitějším vybavením, které sice zpříjemní vnitřní prostředí, ale vyžaduje složitější a technicky náročnější údržbu a opravy.

Popis stávajícího stavu

Jednoduchost výstavby

Základové konstrukce: Základová konstrukce je tvořena monolitickou železobetonovou základovou deskou.

Svislé nosné konstrukce: Svislé nosné konstrukce jsou v 2.PP-2.NP železobetonové monolitické stěny a sloupy. V 3-6.NP jsou svislé nosné konstrukce zděné.

Stropní konstrukce: Stropní konstrukce jsou tvořeny železobetonovou monolitickou stropní deskou.

Předsazené konstrukce: Předsazené konstrukce balkonů mají navrženou prefabrikovanou hlavní nosnou část z železobetonové desky.

Konstrukce schodiště: Konstrukce schodiště má navrženou prefabrikovanou hlavní nosnou část z železobetonových schodišťových desek.

Nosná konstrukce střechy: Nosná konstrukce střechy je tvořena železobetonovou monolitickou deskou.

Vnitřní dělicí konstrukce: Vnitřní dělicí konstrukce jsou zděné tvořeny zdivem Porotherm a pórobetonovými tvárnici Ytong.

Svislý obvodový plášť budovy včetně výplní otvorů: Do výšky druhého nadzemního podlaží je obvodový plášť železobetonový monolitický a ve vyšších podlažích je zděný ze zdiva Porotherm. Celý obvodový plášť je zateplen kontaktním zateplovacím systémem.

Skladba střešního pláště: Střešní plášť je proveden bez mokrých procesů a vyspádován sladovacími klíny z polystyrenu.

Podlahy: Podlahy jsou v budově řešeny jako těžké plovoucí s mokrým procesem na stavbě, kde roznášecí vrstva je z anhydritu.

Podhledy a povrchy na vodorovných konstrukcích: Podhledová vrstva vodorovných konstrukcí je tvořena omítkovým souvrstvím.

Vnitřní povrchy na stěnách: Vnitřní stěny jsou omítnuty. Realizace omítek zahrnuje mokrý proces.

Kompletizována hygienická jádra: Hygienická jádra jsou kompletizována postupně v samostatných technologických krocích.

Kompletizována kuchyňská sestava: Kuchyňské sestavy jsou kompletizovány v samostatných technologických krocích.

Provozní spolehlivost

Zdravotní technika: V hodnocené budově není použito žádné zařízení zdravotní techniky, které je uvedené v metodice.

Příprava teplé vody: V budově je centrální zdroj tepla pro vytápění a přípravu teplé vody. Jako zdroj jsou použity dva plynové kondenzační kotle kaskádově zapojené. Toto lze považovat za zálohovaný systém, kdy výpadek jednoho kotle nevyřadí z funkce celou budovu.

Vzduchotechnika: Budova je větrána podtlakově lokálními ventilátory na odvodním vzduchotechnickém potrubí. Přívod vzduchu je přirozený, přiváděný otvory v obvodových konstrukcích. Budovu lze větrat také otevřením okenních otvorů. Toto lze považovat za zálohované větrání.

Ostatní prvky TZB: V objektu jsou použity tyto technologie výtah, stanice EPS, ústředna M a R, rozvod elektrického vrátného.

Uživatelská jednoduchost a přívětivost

Ovládání vyžaduje jednoduchý zásah uživatele pomocí standartních ovladačů.

Posouzení původního návrhu

Pro původní návrh nelze považovat budovu za jednoduše postavitelnou, protože nosné konstrukce jsou zděné nebo betonové monolitické. Povrchové úpravy stěn a vrstvy podlahy zahrnují mokré procesy na stavbě. Jediná opatření, která usnadní výstavbu jsou prefabrikovaná schodiště, balkony a spádování střešního pláště pomocí spádových klínů z polystyrenu.

Pro hodnocení provozní spolehlivosti je dosaženo dobrého výsledku, protože v budově nejsou instalovány složité systémy. Pozitivní hodnocení je také zajištěno zálohovaným řešením vzduchotechniky a přípravy teplé vody.

Opatření Varianta A

Pro výstavbu je navržen prefabrikovaný dřevěný konstrukční systém z CLT panelů. Prefabrikované dřevěné konstrukce z CLT panelů jsou použity v druhém až pátém nadzemním podlaží. V podzemních podlažích a prvním nadzemním podlaží je ponechán železobetonový monolitický konstrukční systém pro zvýšení odolnosti stavby. Obvodový plášť budovy je kompletně prefabrikovaný bez okenních otvorů. Pro obytnou část budovy jsou navrženy lehké plovoucí Podlahy řešeny suchým procesem na stavbě. Příčky jsou navrženy z deskových materiálů s CLT panelů a sádkartonovým

oplaštěním. Střešní plášť budovy je spádován pomocí spádových klínů. Konstrukce schodiště je řešena stejně jako v původním návrhu z železobetonových prefabrikovaných desek. Předsazené konstrukce mají navrženou nosnou část z dřevěných CLT panelů.

Provozní spolehlivost budovy se zhorší, protože v předchozích kritériích bylo navrženo více složitějších systémů, které šetří pitnou vodu, chrání budovu před přehříváním a omezují spotřebu primární energie. Jedná se především o systém využívání šedých vod, elektrické venkovní žaluzie a o navrženou fotovoltaickou elektrárnu.

Opatření Varianta B

Pro tuto variantu je navržen v nadzemních podlažích železobetonový sloupový systém. S železobetonovými lokálně podepřenými stropními deskami. Podlahy jsou navrženy jako těžké plovoucí s roznášecí vrstvou z anhydritu. Obvodový plášť budovy je opatřen kontaktním zateplovacím systémem. Příčky jsou navrženy z deskových hliněných panelů na dřevěné konstrukci. Schodiště a předsazené konstrukce jsou navrženy s železobetonovou prefabrikovanou nosnou částí. Střešní plášť je spádován pomocí spádových klínů.

Provozní spolehlivost budovy se zhorší, protože v předchozích kritériích bylo navrženo více složitějších systémů, které šetří pitnou vodu, chrání budovu před přehříváním a omezují spotřebu primární energie. Jedná se především o systém využívání šedých a dešťových vod, elektrické venkovní žaluzie a o navrženou fotovoltaickou elektrárnu.

Závěr S.5 Nespolehlivost nebo přílišná složitost řešení

V hodnocení tohoto kritéria dojde oproti původnímu návrhu ke zhoršení situace zejména pro provozní spolehlivost. To je způsobeno navržením více a složitějších systémů, které šetří pitnou vodu, chrání budovu před přehříváním a omezují spotřebu primární energie. Pro jednoduchost výstavby nedojde k přílišnému zlepšení i při použití prefabrikovaných konstrukcí, protože budova má 2 podzemní podlaží a zde nelze použít prefabrikované konstrukce. Zlepšení je možné pro hodnocení uživatelské jednoduchosti a přívětivosti, kde je možné navrhnout jednotné ovládací panely a aplikace. To však není navrhováno, protože to závisí zejména na přesném druhu a možnosti ovládní použitých výrobků, které nejsou v této fázi návrhu známy.

5. Popis a ověření navržených opatření

5.1. Návrh konstrukčních prvků

5.1.1. Konstrukční systém

Varianta A

Dřevěný konstrukční systém je rizikovější z pohledu podléhání objemovým změnám a deformacím způsobených vlhkostí. Také není tak trvanlivý a odolný jako železobetonový nebo zděný systém. Konstrukční systém z CLT panelů nepatří mezi ekonomicky výhodné, ale je odolnější a méně podléhá objemovým změnám než jiné dřevěné konstrukční systémy, vhodný je například lehký dřevěný skelet typu 2x4. Z důvodu odolnosti stavby byl vybrán konstrukční systém z CLT panelů. Pro zvýšení odolnosti dřevostaveb je vhodné navržení prvního nadzemního podlaží z odolnějších konstrukčních materiálů. První nadzemní podlaží je navrženo z železobetonu již v původní variantně. Pro splnění požárních předpisů pro použití dřevěného konstrukčního systému bylo nutné snížení budovy o jedno podlaží.

Navržený konstrukční systém varianty A je tvořen základovou monolitickou železobetonovou deskou tzv. „bílé vany“. Stěny a sloupy v suterénních podlažích a prvním nadzemním podlaží jsou železobetonové monolitické. Ztužení objektu je zajištěno pomocí železobetonového jádra. V druhém až pátém nadzemním podlaží je navržena dřevěná konstrukce z CLT panelů. Nosné stěny z CLT panelů jsou tloušťky 100 mm, navržené stropní a střešní desky z CLT panelů jsou tloušťky 200 mm.

Varianta B

Pro snížení svázaných skleníkových emisí budovy a zachování stávajících rozměrů budovy je navržen sloupový konstrukční železobetonový systém. Rozměr betonových konstrukcí lze optimalizovat použitím vysokohodnotných betonů. Sloupový systém umožní použít výplňové a kompletační konstrukce z šetrnějších materiálů. Betonové a zděné konstrukční systémy jsou také odolnější a trvanlivější než dřevěné.

Navržený konstrukční systém varianty B je tvořen základovou monolitickou železobetonovou deskou tzv. „bílé vany“. Stěny a sloupy v suterénních podlažích jsou železobetonové monolitické. V prvním nadzemním podlaží jsou ponechány železobetonové stěnové konstrukce, které mají funkci stěnových nosníků a slouží pro

překlenutí velkých rozponů nad garážemi. Ve vyšších podlažích je pak navržen sloupový železobetonový systém s lokálně podepřenou železobetonovou deskou.

5.1.2. Prvky obvodového pláště

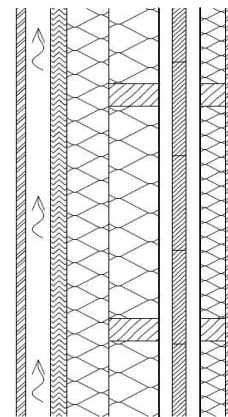
Varianta A

Obvodové konstrukce jsou z důvodu snížení spotřeby primární energie navrženy na hodnoty součinitele prostupu tepla $U_{pas, 20}$ dle v současnosti platné normy ČSN 73 0540-2. Pro variantu A jsou navrženy především difuzně otevřené konstrukce. U difuzně otevřených konstrukcí hrozí menší riziko kondenzace vodní páry v konstrukci, protože nehrozí riziko porušení parotěsné vrstvy. U difuzně uzavřených konstrukcí hrozí riziko porušení parotěsné vrstvy, která je většinou tvořena PE folií a poté pak hrozí degradace dřevěné konstrukce vlivem vlhkosti. Dřevěné konstrukce jsou náchylné na požár, a proto bylo nutné pro splnění požárních předpisů snížit budovu o jedno podlaží na požadovanou požární výšku.

- Obvodová stěna dřevěná konstrukce 2-5. nadzemní podlaží

Vrstva	tloušťka d (m)
Interiér	
2x sádkartonová deska 12,5 mm	0,025
Dřevěné sloupky + dřevovláknitá izolace	0,05
CLT stěnový panel	0,10
Dřevěný rošt + dřevovláknitá izolace	0,22
Tvrdá dřevovláknitá deska	0,04
Provětrávaná mezera	0,06
Dřevěný obklad fasády	0,03
Exteriér	
Součinitel prostupu tepla $U=0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$	

Tab. 7 skladba obvodového pláště varianta A CLT

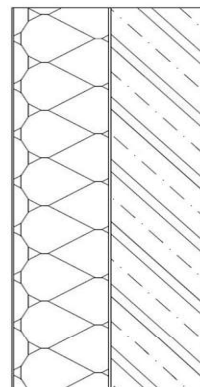


Obr.2 obvodová stěna CLT

- Obvodová stěna železobetonová 1. nadzemní podlaží

Vrstva	tloušťka d (m)
Interiér	
Vápenosádrová omítka vnitřní	0,01
Železobetonová stěna	0,25
Stěrková a lepicí hmota	0,003
Izolace z minerálních vláken	0,24
Stěrková a lepicí hmota + výstužná síťovina	0,003
Tenkovrstvá omítka	0,0015
Exteriér	
Součinitel prostupu tepla $U=0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$	

Tab. 8 skladba obvodového pláště varianta A ŽB

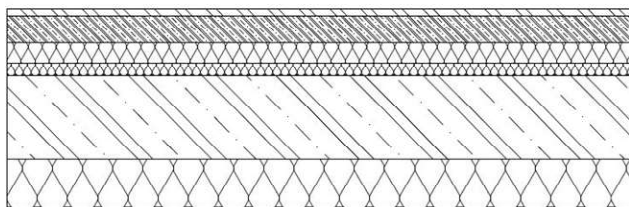


Obr.3 obvodová stěna ŽB

- Podlaha nad nevytápěným prostorem garáže

Vrstva	tloušťka d (m)
Interiér	
Nášlapná vrstva	0,015
Betonová mazanina	0,065
Tepelná izolace + podlahové vytápění	0,05
Kročejová izolace minerální vlákno	0,03
Železobetonový strop	0,03
Izolace z minerálních vláken	0,12
Vápenosádrová omítka vnitřní	0,01
Garáž nevytápěný prostor	
Součinitel prostupu tepla $U=0,19 \text{ W/m}^2\text{K}$	

Tab. 9 skladba podlaha nad garáží varianta A



Obr.4 podlaha nad garáží varianta A

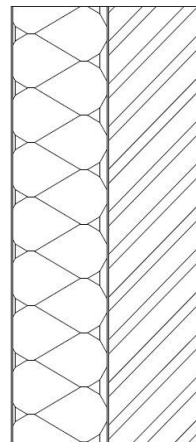
Varianta B

Pro variantu B je navržen vyzdívaný obvodový plášť z keramického zdiva zateplený tepelnou izolací z minerálních vláken. Tyto použité materiály zvýší resilienci na požární odolnost budovy. Obvodové konstrukce jsou z důvodu snížení spotřeby primární energie navrženy na hodnoty součinitele prostupu tepla $U_{pas, 20}$ dle v současnosti platné normy ČSN 73 0540-2.

- Obvodová stěna 2-5. nadzemní podlaží

Vrstva	tloušťka d (m)
Interiér	
Omítka vápenocementová	0,01
Porotherm AKU 24	0,24
Lepící a stěrková hmoty	0,003
Tepelná izolace z minerální vlny	0,24
Lepící a stěrková hmoty + výstužná síťovina	0,003
Tenkvrstvá omítka	0,0015
Exteriér	
Součinitel prostupu tepla $U=0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$	

Tab. 10 skladba obvodového pláště variantu B vyzdívaná

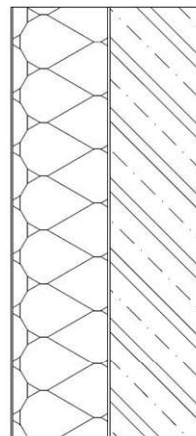


Obr.5 obvodová stěna B zdivo

- Obvodová stěna železobetonová 1. nadzemní podlaží

Vrstva	tloušťka d (m)
Interiér	
Vápenosádrová omítka vnitřní	0,01
Železobetonová stěna	0,25
Stěrková a lepící hmoty	0,003
Izolace z minerálních vláken	0,24
Stěrková a lepící hmoty + výstužná síťovina	0,003
Tenkvrstvá omítka	0,0015
Exteriér	
Součinitel prostupu tepla $U=0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$	

Tab. 11 skladba obvodového pláště variantu B vyzdívaná

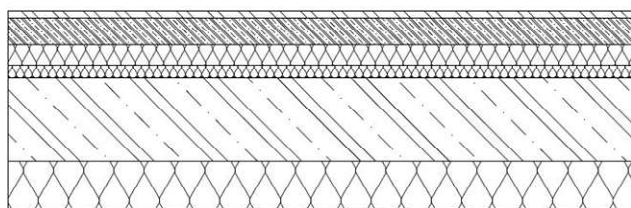


Obr.6 obvodová stěna B ŽB

- Podlaha nad nevytápěným prostorem garáže

Vrstva	tloušťka d (m)
Interiér	
Nášlapná vrstva	0,015
Betonová mazanina	0,065
Tepelná izolace + podlahové vytápění	0,05
Kročeiová izolace minerální vlákno	0,03
Železobetonový strop	0,25
Izolace z minerálních vláken	0,12
Vápenosádrová omítka vnitřní	0,01
Exteriér	
Součinitel prostupu tepla $U=0,19 \text{ W/m}^2\text{K}$	

Tab. 12 skladba strop nad garáží varianta B



Obr. 7 Strop nad garáží varianta B

5.1.3. Prvky pro kompletační konstrukce

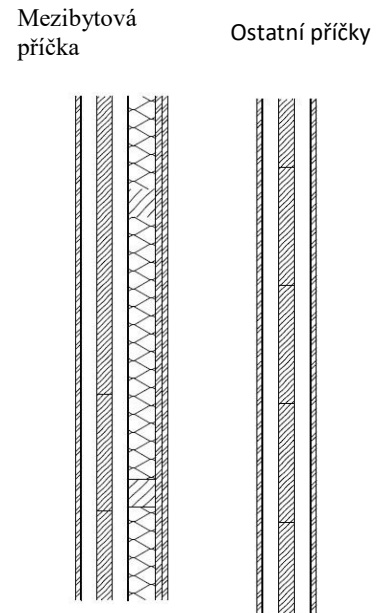
Varianta A

Pro variantu A se předpokládá použití dřevěných izolačních trojskel se selektivním zasklením. S hodnotami součinitele prostupu tepla pro rám $U_f=0,65 \text{ W/m}^2\text{K}$ a zasklení $U=0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Dělicí příčky a mezibytové příčky jsou navrženy dřevěné z CLT. Dřevěné stěny mají z hlediska resilience horší požární a akustické vlastnosti. Pro zlepšení akustických a požárních vlastností jsou stěny opláštěny sádrokartonovými deskami a předstěnami. Typy použitých sádrokartonových desek jsou voleny podle akustických a požárních požadavků. Podhledy jsou řešeny také sádrokartonovým pláštěm.

Mezibytové příčka	
Vrstva	tloušťka d (m)
Sádrokartonová deska	0,0125
CLT stěnový panel	0,1
Dřevěné sloupky + dřevovláknitá izolace	0,06
2x Sádrokartonová deska 12,5 mm	0,025

Ostatní příčky	
Vrstva	tloušťka d (m)
Sádrokartonová deska	0,0125
CLT stěnový panel	0,1
Dřevěné sloupky + dřevovláknitá izolace	0,06
Sádrokartonová deska 12,5 mm	0,0125

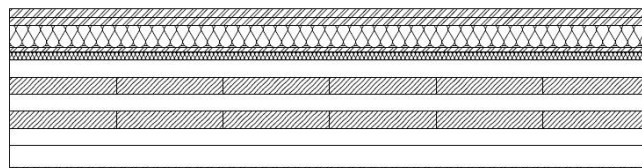


Tab. 13 skladba příčky A

Obr. 8 příčky varianta A

Podlaha dřevěná konstrukce	
Vrstva	tloušťka d (m)
Nášlapná vrstva	0,01
2x podlahové desky FERMACELL 20 mm	0,04
Tepelná izolace + podlahové vytápění	0,003
Podlahové desky FERMACELL 10 mm	0,01
Kročejová izolace	
CLT stropní panel	0,003
Dřevěné sloupky + dřevovláknitá izolace	0,06
Podlahová deska Fermacell	0,01
Sádrokartonová deska 12,5mm	0,0125

Tab. 14 Podlaha varianta A



Obr. 9 podlaha varianta A

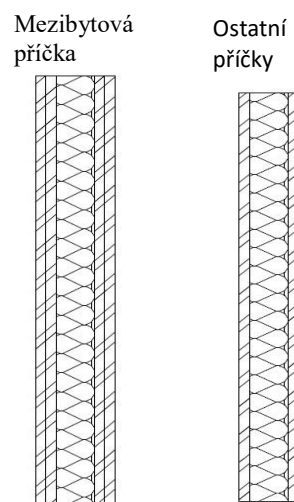
Varianta B

Pro variantu B se předpokládá použití dřevěných izolačních trojskel se selektivním zasklením. S hodnotami součinitele prostupu tepla pro rám $U_f=0,65 \text{ W/m}^2\text{K}$ a zasklení $U=0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$

Pro snížení svázaných skleníkových emisí jsou dělicí a mezi bytové příčky navrženy z hliněných panelů Lemix na dřevěné sloupkové konstrukci vyplněné jutovou izolací. Tloušťka a počet panelů opláštění je volen podle požárních a akustických požadavků.

Mezibytové příčka	
Vrstva	tloušťka d (m)
2x 16mm hliněné deska Lemix	0,032
Dřevěný rošt + jutová izolace	0,08
2x 16mm hliněné deska Lemix	0,032
Ostatní příčky	
Vrstva	tloušťka d (m)
Hliněná deska Lemix	0,022
Dřevěný rošt + jutová izolace	0,08
Hliněná deska Lemix	0,22

Tab. 15 skladba příčky varianta B



Obr. 10 příčky varianta B

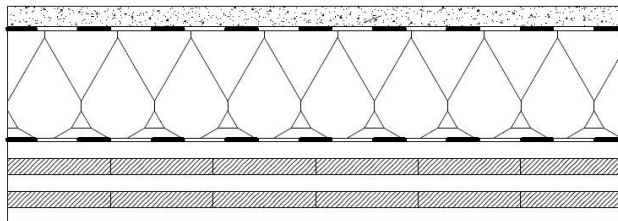
5.1.4. Střešní konstrukce

Varianta A

Střešní konstrukce je navržena jako plochá difuzně uzavřená střecha s atikou. Difuzně uzavřené konstrukce představují riziko z hlediska porušení parotěsné vrstvy a následné kondenzace vodní páry uvnitř konstrukce. Pro snížení spotřeby primární energie je střešní konstrukce navržena na hodnotu součinitele prostupu tepla $U_{pas,20}$ dle v současnosti platné normy ČSN 73 0540-2. Nosná konstrukce střešního pláště je z CLT panelů. Na střeše je navrženo co největší procento pokrytí fotovoltaickými panely. Pro terasy je použita stejná konstrukce, pouze tepelná izolace je tvořena EPS a jako vrchní nášlapná vrstva je zvolena betonová dlažba na podložkách.

Vrstva	tloušťka d (m)
Interiér	
CLT panel	0,2
Pojistná hydroizolace a parozábrana z asfaltového pásu	0,004
Tepelná izolace z minerální vlny ve spádu	0,26
Fóliová hydroizolační vrstva	0,0015
Vrstva kačírku	0,05
Exteriér	
Součinitel prostupu tepla $U=0,12 \text{ W/m}^2\text{K}$	

Tab. 16 skladba střechy varianta A



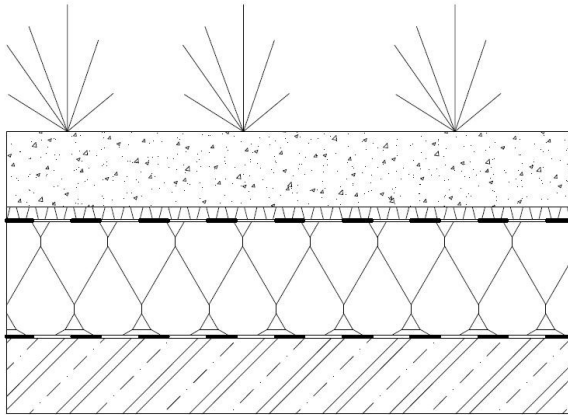
Obr.11 skladba střechy varianta A

Varianta B

Nosná konstrukce střechy je tvořena železobetonovou deskou, která je dostatečně únosná pro vegetační střechu. Na střešním plášti je tedy navržena vegetační střecha s intenzivní zelení. Na části střechy jsou také navrženy fotovoltaické panely.

Tab. 17 skladba střechy varianta B

Vrstva	tloušťka d (m)
Interiér	
Vápenosádrová omítka vnitřní	0,01
Železobetonová deska	0,25
Pojistná hydroizolace a parozábrana z asfaltového pásu	0,004
Tepelná izolace EPS ve spádu	0,3
Geotextilie	0,006
Fóliová hydroizolace	0,0015
Geotextilie	0,006
Fóliová hydroizolace	0,0015
Geotextilie	0,006
Nopová folie	0,02
Střešní substrát	0,2
Exteriér	
Součinitel prostupu tepla $U=0,12 \text{ W/m}^2\text{K}$	



Obr.12 skladba střechy varianta B

5.1.5. Zeleň na fasádě

Varianta A

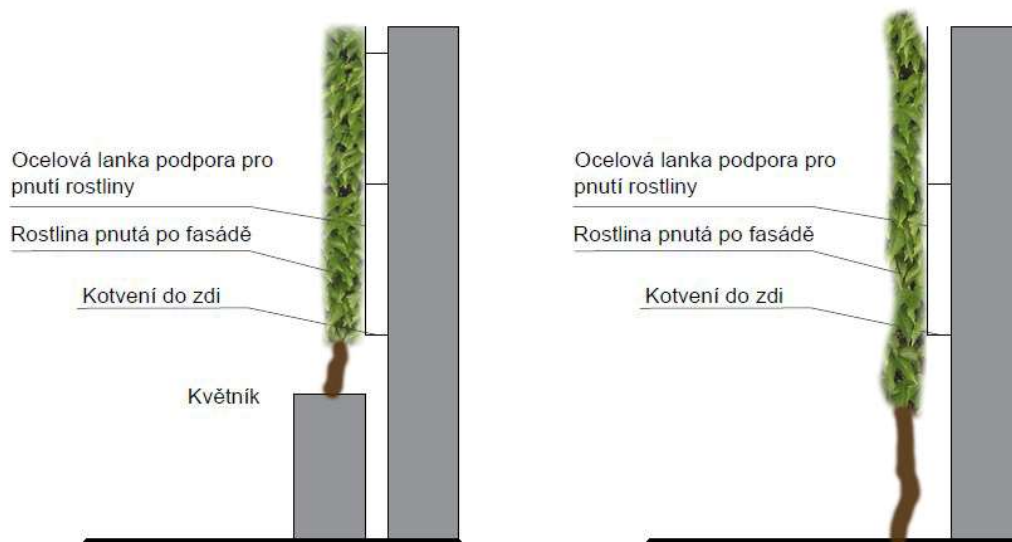
Pro budovu s dřevěnou konstrukcí není se zelení na budově uvažováno. Zvýšenou vlhkostí v okolí rostlin by mohlo docházet k degradaci dřevěné konstrukce.

Varianta B

Je navržena zelená fasáda z popínavých rostlin na jižní a západní straně objektu. Do objektu je kotvena konstrukce z ocelových lan, která slouží jako podpora pro popínavé rostliny. Jako rostliny jsou vybrány například podražec velkolistý, zimokeř okrouhlostý, rdesno baldšuuánské. Tyto rostliny se pnou do výšky 10 až 15 metrů.



Obr.13 pnoucí zeleň na fasádě ukázka kotvení [6]



Obr.14 pnoucí zeleň na fasádě

5.2. Návrh energetických zdrojů

5.2.1. Návrh zdroje tepla

Varianta A

Jako zdroj tepla jsou navržena kaskádově zapojená tepelná čerpadla. Ta produkují teplo na vytápění a přípravu teplé vody. Pro posuzovanou budovu je z důvodu umístění stavby použito tepelné čerpadlo vzduch voda. Tepelné čerpadlo je vhodné pro snížení uhlíkových emisí, kdy je část energie využívána z okolního prostředí a část je využívána z elektrické sítě. Elektřina z elektrické sítě je dnes z hlediska produkce skleníkových plynů horší volba zdroje energie pro budovu. Na výrobu této elektřiny se dnes spotřebovává velké množství neobnovitelných zdrojů a produkuje se velké množství skleníkových plynů, do budoucna se očekává větší podíl výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů a tím se situace pro použití elektřiny z elektrické sítě zlepší. Pro tuto variantu je dále navržen obnovitelný zdroj energie pomocí fotovoltaických panelů, který částečně pokrývá spotřebu elektřiny.

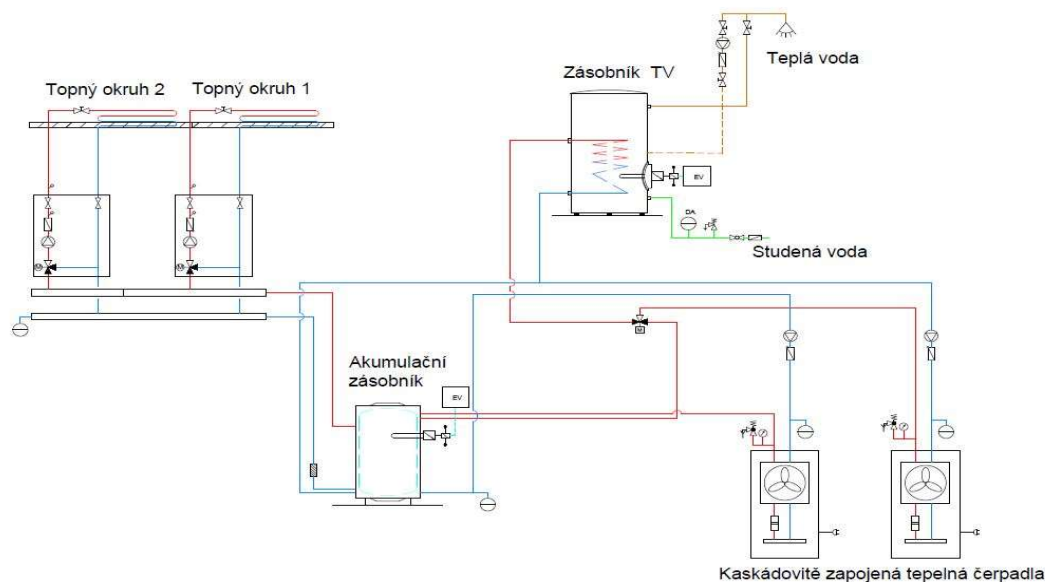
- Předběžný návrh potřebného výkonu

Tepelná ztráta objektu 30 kW – hodnota z PENB (příloha č.3)

Potřebný výkon na ohřev vody 30kW – hodnota převzata z původního návrhu budovy

Celkový potřebný výkon 60kW

V objektu je navrženo kaskádovité zapojení tří tepelných čerpadel s výkonem 20,5 kW.



Obr.15 kaskádové zapojení tepelných čerpadel [7]

Varianta B

Jako zdroj tepla na vytápění je navrženo tepelné čerpadlo stejně jako ve variantě A. Tepelná čerpadla nemají takovou účinnost při ohřevu vody na vyšší teploty, a proto je pro tuto variantu navrženo na ohřev vody i kondenzační plynový kotel. Dále jsou pak navrženy fotovoltaické panely, které částečně redukuje potřebu energie na přípravu teplé vody.

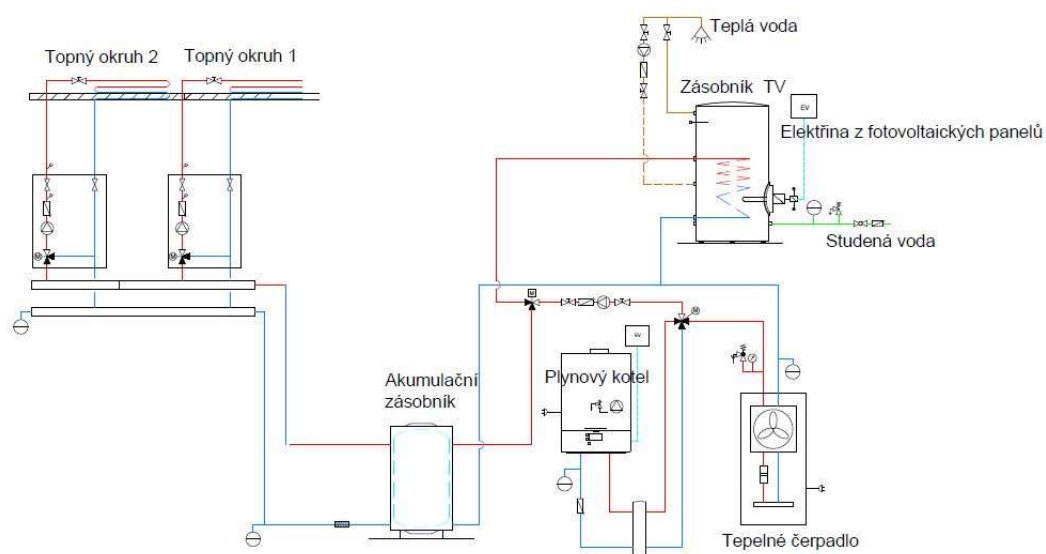
- Předběžný návrh potřebného výkonu

Tepelná ztráta objektu 31,6 kW – hodnota z PENB (příloha č.3)

Potřebný výkon na ohřev vody 30kW – hodnota převzata z původního návrhu budovy

Celkový potřebný výkon 61,6 kW

V objektu je navrženo kaskádovité zapojení dvou tepelných čerpadel s výkonem 17 kW a plynový kotel na ohřev vody s výkonem 30kW.



Obr.16 zapojení tepelného čerpadla a plynového kotle [7]

5.2.2. Návrh obnovitelných zdrojů energie

Varianta A

Na střeše budovy je veškerá možná využitelná plocha pokryta fotovoltaickými panely. Na střesše je tak navrženo 91 fotovoltaických panelů o celkové ploše 145,6 m². Panely jsou směřovány na jih se sklonem 45°. Vyrobená elektrická energie se využívá v budově nebo se ukládá do bateriového úložiště, případně nevyužitelné přebytky jsou distribuovány do veřejné sítě. Výpočtem bylo zjištěno, že využitelné množství v elektřiny v budově vyrobené fotovoltaickými panely je 18002 kWh/rok.

Varianta B

Protože v současné době není možné použití zelené intenzivní střechy a umístění 91 fotovoltaických panelů na střeše, proto je navržena menší plocha fotovoltaických panelů a vyrobená energie se spotřebovává na ohřev teplé vody. Ve výpočtech byla optimalizována plocha podle množství využitelné energie pro ohřev vody. Je tedy navrženo 20 fotovoltaických panelů se sklonem 45° o celkové ploše 32 m². Zbylá plocha střechy je pokryta intenzivní zelení. Výpočtem bylo zjištěno že využitelné množství v elektřiny na ohřev vody v budově vyrobené fotovoltaickými panely je 4348 kWh/rok.

5.3. Návrh eliminace tepelných ztrát větráním

Varianta A

Pro vytápěnou část budovy jsou navrženy lokální rekuperační jednotky integrované do obvodového pláště. Větrací jednotka je řízena elektronicky pomocí inteligentního senzoru. Senzor kvality vzduch měří koncentraci CO₂ a dalších zatěžujících látek (VOC), poté aktivuje větrací jednotku podle potřeby. Pomocí rekuperace jednotka ušetří velké množství primární energie na vytápění budovy.

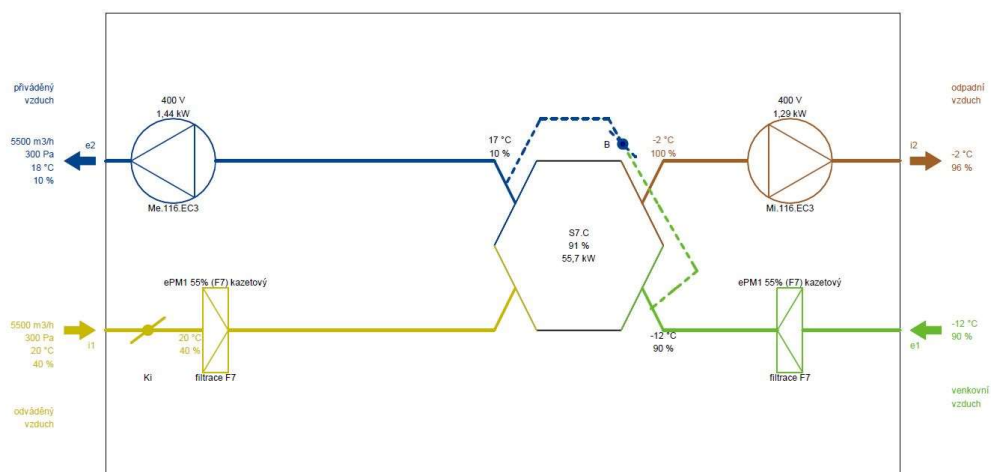
Jako lokální rekuperační jednotka bylo pro návrh zvolena jednotka Korasmart tube s účinností rekuperace až 90 % a je opatřena filtrem třídy G3. Při maximálním výkonu má jedna jednotka průtok vzduchu 45 m³/h



Obr.17 lokální větrací jednotka [8]

Varianta B

Je navržena centrální větrací jednotka s rekuperací tepla. S řízením podle senzorů kvality vzduchu jako ve variantě A. Přívod vzduchu je navržen do obytných místností a odvod vzduchu je z hygienických místností. Předpokládaná účinnost rekuperační jednotky je 90 % a jednotka je opatřena filtry F7. Maximální množství větraného vzduchu pro obytnou část budovy je 4717 m³/h. Větrání garáže je řešeno samostatně pomocí podtlakového větrání jako v původním návrhu.



Obr.18 Schéma centrální vzduchotechnické jednotky

5.4. Systém ukládání energií a záložní zdroje energie

Varianta A

Pro nouzové osvětlení je v budově navržen záložní zdroj UPS s dobou výdrže 45 minut po vyčerpání záložního zdroje jsou v budově připraveny akumulátorové svítilny. Pro tyto svítilny je zajištěna energie, která může být využívána 15 dní.

Dále je navrženo bateriové úložiště pro každý byt s kapacitou 8,5 kW. Energie z baterií se spotřebovává na běžný provoz, při vybití baterie na kapacitu 75 % se omezí spotřeba pouze na klíčové spotřebiče s nízkou spotřebou jako jsou lednice a větrání pomocí lokálních rekuperačních jednotek. Díky velmi nízké spotřebě klíčových spotřebičů lze uvažovat o dobíjení baterií z fotovoltaických panelů. Pomocí bateriového úložiště není pokryta spotřeba elektřiny na vytápění, na provoz společných prostor a čerpadel v budově. Pokrýt tuto spotřebu elektřiny pomocí baterií by bylo technicky i ekonomicky náročné a bylo by nutné velké množství baterií. Proto je pro tuto spotřebu navržen dieselaagregát, který slouží jako náhradní zdroj energie k vytápění a provozu společných prostor. Navržená elektrocentrála má objem nádrže na 110 l, maximální výkon 40 kW a minimální doba provozu je 8 hodin. Tím je zajištěno komfortní vytápění budovy a energie pro čerpadla dopravující vodu v objektu.

Varianta B

Pro variantu B je fotovoltaická elektrárna využívána pro ohřev vody, a proto je jako záložní zdroj navržen dieselaagregát. Dieselaagregát je volen tak, aby zajistil dostatek

energie na běžný provoz budovy. Navržená elektrocentrála má objem nádrže na 220 l, maximální výkon 100 kW a minimální doba provozu je 8 hodin.

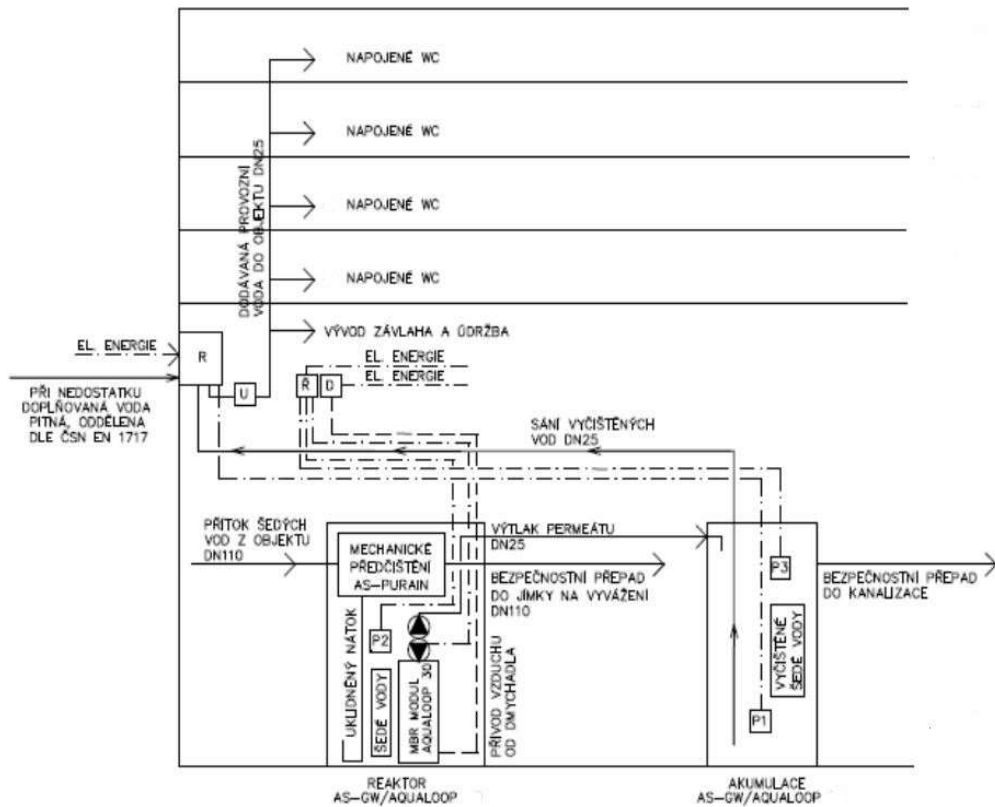
5.5. Systém úspory pitné vody v objektu

Varianta A

V objektu jsou pro využívání vody použité úsporné komponenty. Z důvodu množství použité vody jsou vany méně úsporné, proto jsou v této variantě zrušeny vany a jsou instalovány pouze sprchové kouty. Dále je navržen systém pro využívání šedých vod. Pro čištění šedých vod bytového domu je použita čistírna šedých vod AQUALOOP, kde je voda předčištěna a přes ultrafiltrační membránu vyčištěna a akumulována v samostatné nádrži. Dodávka vody do domu je kontrolována provozní a monitorovací jednotkou, která při nedostatku šedých vod zajišťuje doplňování pomocí pitné vody. Pro umístění čistírny a akumulace šedých vod bylo nutné navrhnout novou místnost. Pro tuto místnost byl vytvořen prostor zmenšením obchodní jednotky.

Typ zařízení	Charakteristika	Potřeba vody na použití (l/použití)	Faktor užívání (počet/den)	Potřeba pitné vody na osobu (l/(os*d))
WC	Duální splachování 3/4,5 l	3	6	0
Umyvadlo	Baterie s regulátorem průtoku	0,5	12	6
Vana	Standartní 175x70cm	80	0	0
Sprcha	5,7 l/min	26,5	1	26,5
Dřez	Typické užívání s myčkou	5	1	5
Myčka	moderní	10	0,25	2,5
Pračka	moderní	30	0,3	9
Celkem potřeba vody na osobu za den (l/(os*d))				49

Tab. 18 spotřeba pitné vody varianta A



Obr. 19 schéma zapojení systému šedých vod [9]

Varianta B

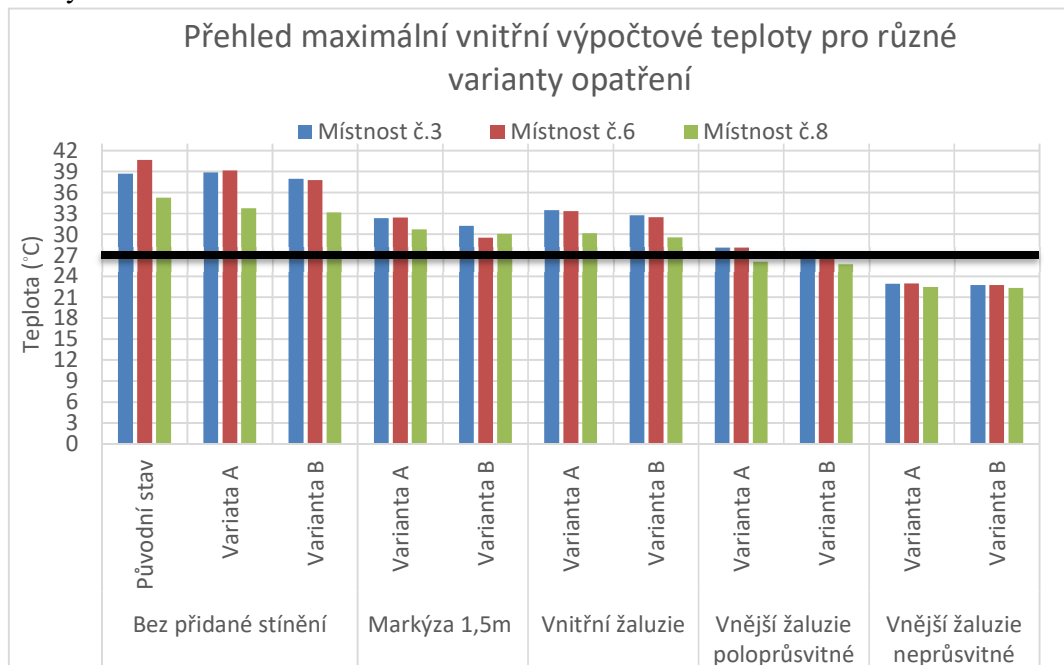
Pro variantu B jsou také použity úsporné komponenty, ale z důvodu uživatelského komfortu jsou ponechány vany. Tím vychází větší spotřeba pitné vody. Pro snížení spotřeby pitné vody je dále navržen systém na využívání šedých vod stejně jako ve variantě A. Navíc je navržen systém na zadržování dešťových vod a jejich využití na zalévání zelené střechy a fasády.

Typ zařízení	Charakteristika	Potřeba vody na použití (l/použití)	Faktor užívání (počet/den)	Potřeba pitné vody na osobu (l/(os*d))
WC	Duální splachování 3/4,5 l	3	6	0
Umyvadlo	Baterie s regulátorem průtoku	0,5	12	6
Vana	Standartní 175x70cm	80	0,3	24
Sprcha	5,7 l/min	26,5	0,7	18,55
Dřez	Typické užívání s myčkou	5	1	5
Myčka	moderní	10	0,25	2,5
Pračka	moderní	30	0,3	9
Celkem potřeba vody na osobu za den (l/(os*d))				65,05

Tab. 19 spotřeba pitné vody varianta B

5.6. Stínění

Pro variantu A s dřevěnou konstrukcí i pro variantu B se zděnými a hliněnými stěnami byly navrhovány vnější pasivní stínící prvky. Z důvodu velkých prosklených otvorů bylo nedostatečné stínění pomocí markýz a bočních žeber, stále by docházelo k přehřívání místností, a proto byly navrženy vnější aktivní stínící prvky jako jsou žaluzie nebo rolety.



5.7. Automobilová šetrná doprava

Pro obě varianty je navrhována stavební a technická připravenost pro dobíjecí stanice na každém parkovacím stání v objektu. Pro stavební a technickou připravenost je nutné na dimenzovat přípojku a rozvody elektřiny.

Dobíjecí stanice se rozlišují na běžné pro vozidla s výkonem do 22 kW, doba nabití baterie je přibližně 4 hodiny, a vysoce účinné pro vozidla s výkonem vyšším než 22 kW s výrazně kratší dobou nabití baterie, doba nabití baterie je přibližně 1,5 hodiny. Pomocí integrovaného měřiče výkonu je možné měřit spotřebu a následně rozúčtovat náklady podle potřeby uživatelů.

System zapojení V2G

System zapojení Vehicle-to-Grid Umožňuje uživatelů vyhnout se vysokým tarifům elektřiny. Pomocí obousměrné nabíječky je možné nabíjet elektromobily, když je nízká poptávka a levnější tarify elektřiny. Poté je možné uskladněnou energii z vozidel využívat v budově při vyšších tarifech, případně energii posílat zpět do sítě.

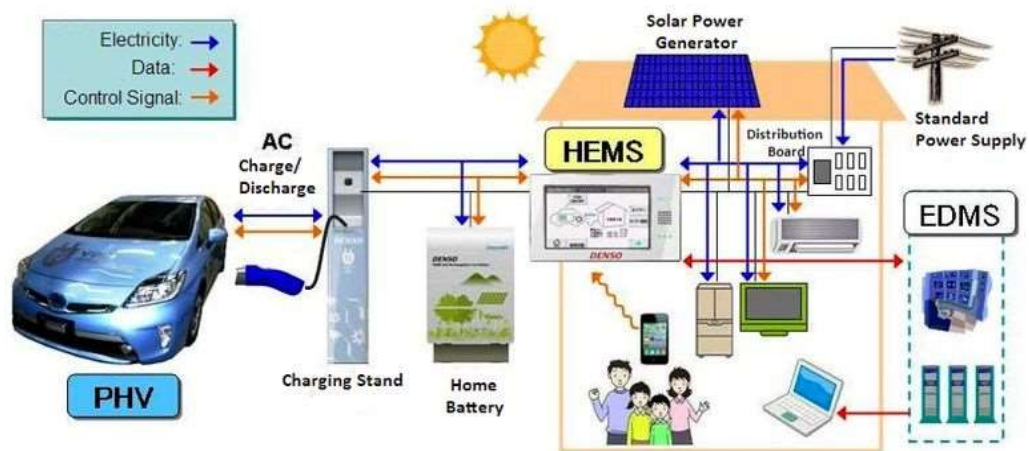


Obr.20 schéma systému V2G [10]

System zapojení V2H

Pomocí systému Vehicle-to-Home je možné ukládat energii do automobilu z regionální solární stanice nebo při nízkém tarifu noční elektřiny. Energie z vozu je pak dodávána do budovy při krizových nebo nouzových situacích a při dražších tarifech elektřiny.

„plně nabitou baterií a plnou nádrží benzínu, může Prius PHV dodávat energii pro průměrnou domácnost (přibližně 10 kWh) po dobu čtyř až pěti dnů, pokud se spustí motor v Prius PHV jako generátor.“ [11]



Obr.21 schéma systému V2H [11]

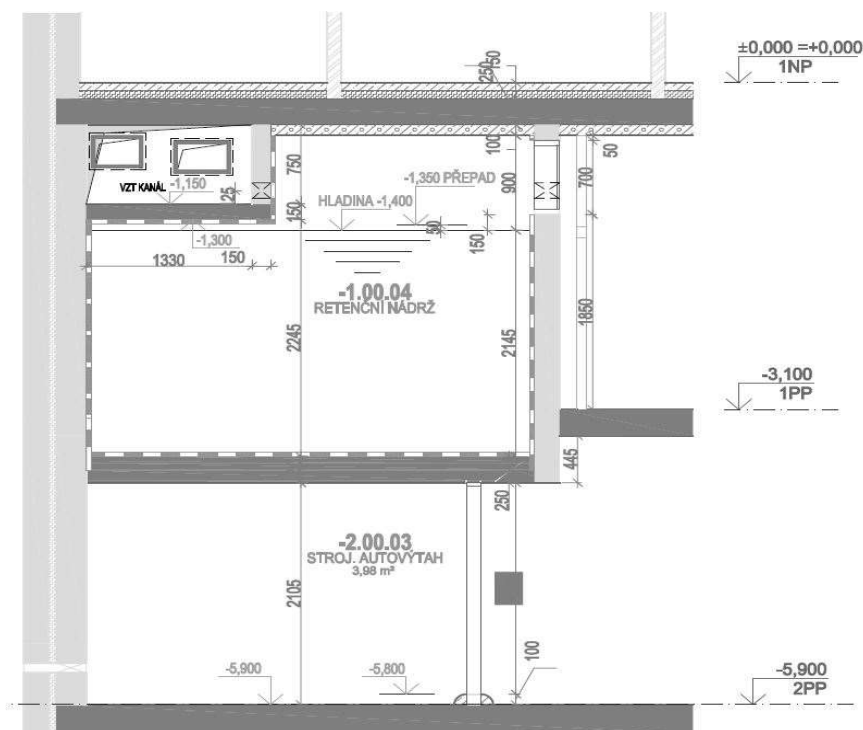
5.8. Přívalové srážky

Varianta A

Pro dřevostavbu je vhodný co nejrychlejší odvod vody, aby nedošlo k zatečení do dřevěné konstrukce a její degradaci. Proto je ro variantu A je navržené opatření pomocí zvětšení objemu retenční nádrže.

Zvětšení retenční nádrže oproti nádrži v původním návrhu je provedeno snížením stropu pod retenční nádrží. Místnost pod retenční nádrží je strojovna výtahu, pro kterou výrobce předepisuje minimální světlost výšku 2 m.

Rozměry strojovny autovýtahu musí být takové, aby dovolovaly snadnou a bezpečnou práci na zařízeních, především elektrických. Musí mít světlou výšku alespoň 2 m nad pracovními místy a 1,8 m nad průchozími prostory. [12]



Obr.22 retenční nádrž

Varianta B

Pro variantu B je navržené opatření provedeno snížením odtoku vody ze střechy pomocí zelené střechy. Použitím zelené střechy se zmenší redukovaná plocha odtoku a tím je retenční nádrž schopna pojmout intenzivnější srážku.

5.9. Záplavy

Protipovodňové zábrany – pro okamžitý automatický zásah

Jsou navrženy automatické systémy, jejichž čidla monitorují okolí. V případě nebezpečí řídicí jednotka uzavře objekt pomocí hradidlových tabulí ve vertikálním vedení. Pro bezpečnost je zábrana napojena přes záložní zdroj a obsahuje i manuální ovládání.



Obr.23 automatická protipovodňová zábrana [13]

Ochrana před povodněmi pomocí hradidlových krytů

Na budově nebo v okolí je navrhováno připravení bočních vedení, do kterých se vkládají hradidla.



Obr.24 manuální protipovodňová zábrana [13]

Ochrana proti vzduťé vodě

Ochrana proti vzduťé vodě je řešena pomocí zpěťných klapek osazených na kanalizačnřm potrubř. Zpěťná klapka zabrání zpěťnému proudění vody například z důvodu přeplněnř kanalizace.



Obr.25 Klapka proti vzduťé vodě [14]

5.10. Instalace asistenčnřch technologiř

Inteligentnř zásuvky

Instalace inteligentnř zásuvky je mořná například zapojenřm do stávajřcí zásuvky, takto funguje například TP-LINK HS100. Tato zásuvka umořňuje vzdálenř přístup a ovládání zařizenř připojenřch do chytrě zásuvky přes aplikaci v telefonu připojeněho na internet. Umořňuje nastavit časovř plán, podle kterěho se bude řídit zapřnání a vypřnání zapojeněho zařizenř.

Čidlo pro detekci otevřenřch oken

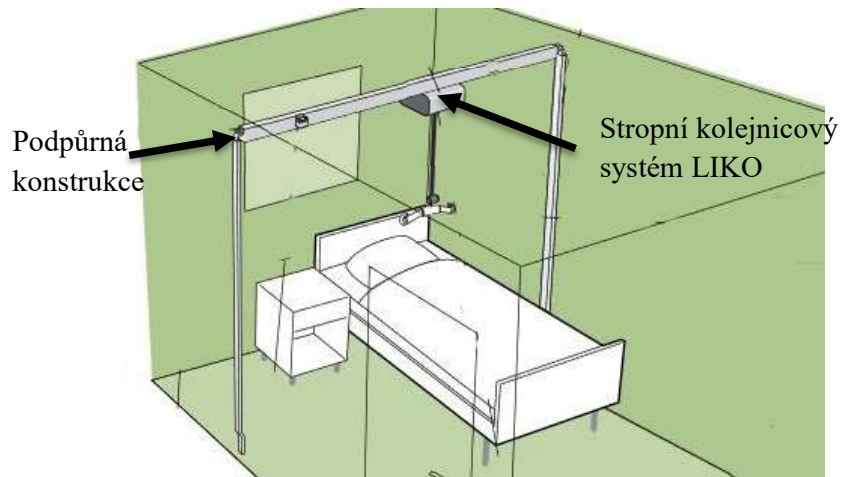
Instalace je jednoduchá, čidlo se nalepř na dveře nebo okno bez ohledu na jejich typ a tvar. Snřmače mohou posřlat upozornění, zda jsou dveře nebo okna přřliš dlouho otevřená, detekujř kařdř pohyb a vibraci oken

Čidlo pro měřenř kvality vzduchu

Senzor kvality vzduchu měřř koncentraci CO2 a dalřich zatěřujřch látk. Tento systēm je instalován pro obě varianty, řídř intenzitu větrání budovy. Senzor automaticky aktivuje větracř jednotku jeřtě dřřve, neř vysokě nepřřjemně koncentrace znečiřťujřch látk začne vnřmat člověk.

Stropní kolejnicový systém

Jako příklad je zvolen kolejnicový systém Liko. Tento systém lze připevnit ke všem materiálům. Systém lze kotvit přímo do stropu nebo stěn, při nedostatečné únosnosti stropu je možné vytvořit pomocnou ocelovou konstrukci. Pomocí kolejnicového systému Liko lze překonávat i překážky v nadpraží.



Obr.26 instalace kolejnicového systému [15]



Obr.27 kolejnicový systém Liko [15]

5.11. Snížení dopadu provozní a produktové fáze

Provozní fáze

Snížení provozní fáze je zajištěno navržením obálkových konstrukcí s doporučenými hodnotami součinitele prostupu tepla U [W/m²K] pro pasivní domy. Dalším zlepšením je pokrytí pomocí větracích jednotek se zpětným získáváním tepla. Velkou roli také hraje zdroj energie. Pro zlepšení jsou navrženy k přírodě šetrnější zdroje tepla a jsou instalovány fotovoltaické elektrárny na výrobu obnovitelné energie.

Produktová fáze

Snížení produktové fáze je řešeno optimalizací konstrukce a návrhem materiálů šetrnějších k přírodě. Konstrukční opatření a použité materiály jsou popsány v předchozích částech diplomové práce.

(Podrobný výpočet spotřeby energií a produkce skleníkových plynů příloze 1.)

Původní návrh

Obálka budovy: kategorie C podle průkazu energetické náročnosti (PENB)

Zdroj tepla na vytápění a ohřev vody: plynový kondenzační kotel

Větrání: podtlakové s přirozeným přívodem vzduchu

Obnovitelné zdroje energie: nejsou

Konstrukce: železobetonová a zděná, konstrukční systém stěnový

Varianta A

Obálka budovy: kategorie A podle průkazu energetické náročnosti (PENB)

Zdroj tepla na vytápění a ohřev vody: tepelné čerpadlo

Větrání: lokální větrací jednotky s rekuperací tepla

Obnovitelné zdroje energie: fotovoltaická elektrárna o celkové ploše 145,6 m², využití na provoz budovy

Konstrukce: kombinovaný stěnový konstrukční systém ze dřeva a betonu

Varianta B

Obálka budovy: kategorie A podle průkazu energetické náročnosti (PENB)

Zdroj tepla na vytápění: tepelné čerpadlo

Zdroj tepla na ohřev teplé vody: plynový kondenzační kotel, fotovoltaická elektrárna

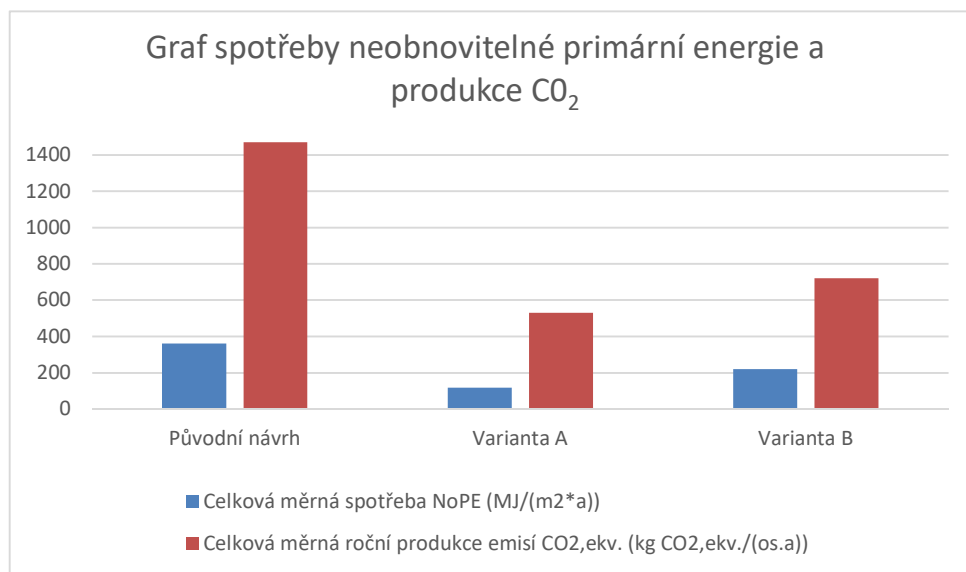
Větrání: lokální větrací jednotky s rekuperací tepla

Obnovitelné zdroje energie: fotovoltaická elektrárna o celkové ploše 32 m², využití na ohřev teplé vody

Konstrukce: sloupový železobetonový konstrukční systém, vnitřní příčky z hliněných desek na dřevěné konstrukci

	Celková energeticky vztažná plocha m ²	Počet obyvatel os	Celková měrná spotřeba NoPE MJ/(m ² *a)	Celková měrná roční produkce emisí CO ₂ ,ekv. kg CO ₂ ,ekv./((os.a)
Původní návrh	4313,7	64	360,8	1470,0
Varianta A	3784,0	64	118,3	531,2
Varianta B	4313,7	80	219,7	719,8

Tab. 20 spotřeby neobnovitelné primární energie a produkce skleníkových plynů



5.12. Úprava dispozice typického podlaží

Úprava dispozice typického podlaží je řešena pro zvýšení prostorové efektivity počtu ubytovaných osob.

Možný počet obyvatel v budově je počítán podle počtu ložnic. Ložnice s plochou menší než 12m² je pro jednu osobu. Ložnice s plochou větší než 12 m² je pro dvě osoby. V bytech typu 1+ kk je počítáno s jednou osobou.

Varianta typického podlaží 1 V této variantě jsou především byty typu 1+kk a 1+1. Možný počet ubytovaných osob na podlaží je 1



Obr.27 typické podlaží varianta 1

Varianta typického podlaží 2

Navržených větší bytů se zlepšila prostorová efektivita z hlediska možnosti počtu ubytovaných osob. Možný počet ubytovaných osob na podlaží je 16.



Obr.28 typické podlaží varianta 2

6. Závěr

Pro mé hodnocení byla nejdůležitější rizika z pohledu mitigace změny klimatu. Proto byla navržena opatření na snížení energetické náročnosti a produkce skleníkových plynů. Pro variantu A byla naprojektována co nejvíce úsporná opatření i za cenu snížení uživatelského standartu. V této variantě je navržen dřevěný konstrukční systém, se kterým je spojena menší produkce svázaných skleníkových plynů. To vedlo k nutnosti snížit budovu o jedno podlaží. Pro variantu B byla opatření navržena tak, aby byla zachována uživatelská kvalita bydlení. Oproti variantě A byl ve variantě B kladen větší důraz na odolnost a trvanlivost stavby. Proto byly ve variantě B k použity stavební materiály s větší hodnotou svázaných skleníkových emisí.

Pro snížení energetické náročnosti bylo zjištěno, že rozhodujícím opatřením není typ použitého materiálů, ale rozhodující jsou tepelně izolační vlastnosti obálky budovy. Při použití navržených opatření by byla pro variantu A snížena spotřeba neobnovitelné primární energie na hodnotu 118,3 MJ/(m²*a) a pro variantu B na hodnotu 219,7 MJ/(m²*a). To jsou výrazně lepší výsledky než pro původní návrh budovy se spotřebou neobnovitelné primární energie 360,8 MJ/(m²*a).

Snížení energetické náročnosti budovy výrazně snížilo provozní produkci skleníkových plynů. Bylo zjištěno, že použitím dřevěných stavebních materiálů dochází k redukci svázaných skleníkových emisí, protože dřevo je dobře obnovitelný stavební materiál. Na hodnotu svázaných skleníkových emisí u použitých konstrukcí mají výrazný vliv akustické a požární požadavky. Pro splnění těchto požadavků je mnohdy nutné navrhovat masivnější konstrukci nebo konstrukci z materiálů s vyšší hodnotou svázaných skleníkových emisí. Pro všechna navržená opatření byla vypočtena výsledná hodnota produkce uhlíkových emisí ve variantě A 531,2 kg CO_{2,ekv.}/(os.a) a ve variantě B 719,8 kg CO_{2,ekv.}/(os.a). V obou variantách došlo k výraznému zlepšení oproti původnímu návrhu s hodnotou produkce uhlíkových emisí 1470 kg CO_{2,ekv.}/(os.a).

Pro hodnocení energetické náročnosti a produkci skleníkových plynů je nejvhodnější varianta A, která má téměř třetinovou spotřebu neobnovitelné primární energie a produkci skleníkových plynů než budova v původním návrhu. Podle tohoto hodnocení by bylo vhodnější postavit 3 budovy ve variantním návrhu A než postavit jednu v původním návrhu.

Navržená opatření z pohledu adaptace změny klimatu nemají pro posuzovanou budovu velký význam. Jedná se především o navržení ochrany proti záplavám. Budova se nachází ve svahu s dobrým odtokem vody od budovy, hrozí tedy minimální riziko záplavy. Použití navržených opatření není ekonomicky výhodné. Tato situace by se změnila, kdyby byla budova postavena v záplavovém území.

Velmi dobře jsou v návrhu hodnocena opatření, která mají pozitivní vliv na více druhů posuzovaných kritérií. Například navržení fotovoltaické elektrárny, která snižuje spotřebu primární energie a zároveň zvyšuje odolnost stavby při porušení technické infrastruktury. Návrh vzduchotechnických jednotek s rekuperací tepla snižuje spotřebu primární energie, eliminuje přenos hluku z venkovního prostředí do interiéru a zlepšuje kvalitu větraného vzduchu.

Některá navržená opatření mají negativní vliv na hodnocení jiných. Zejména použití dřevěných materiálů ve variantě A má negativní vliv na požární odolnost stavby. Instalaci dalších systémů například fotovoltaické elektrárny nebo systému na využití šedých vod se zhoršuje provozní spolehlivost, protože je větší pravděpodobnost poruchy některého zařízení.

Veškerá navržená opatření prodražují počáteční náklady na výstavbu budovy. Doba finanční návratnosti není však příliš dlouhá. Předpokládá se, že velké množství provozních nákladů se ušetří snížením energetické náročnosti, protože ceny energií nejsou malé, a úsporou pitné vody, u které se do budoucna počítá se snížením její dostupnosti a zvýšením její ceny.

Přehled bodového ohodnocení navržených variant podle metodiky resilientní bytové domy					
Kritérium	Původní návrh	Varianta A	Porovnání s původním návrhem zlepšení / zhoršení	Varianta B	Porovnání s původním návrhem zlepšení / zhoršení
	A	B ₁	B ₁ -A	B ₂	B ₂ -A
M.1	5,4	7,8	2,4	6,8	1,4
M.2	0	5,6	5,6	4	4
M.3	3	6	3	6	3
A.1	8	10	2	10	2
A.2	2	7,5	5,5	7,5	5,5
A.3	0	4	4	4	4
A.4	1	5	4	5	4
A.5	0	8,8	8,8	6,7	6,7
A.6	9,2	7,2	-2	9,1	-0,1
A.7	1	3,9	2,9	4,2	3,2
A.8	7	8,4	1,4	10	3
K.1	2	7,5	5,5	10	8
K.2	0	7,1	7,1	6,35	6,35
K.3	2	4,1	2,1	7,6	5,6
K.4	2,5	4	1,5	5,2	2,7
S.1	5,9	6,2	0,3	6,6	0,7
S.2	8	8	0	8	0
S.3	4	10	6	10	6
S.4	0	3	3	3	3
S.5	2,3	1,9	-0,4	0,9	-1,4
Celkem	63,3	126	62,7	130,95	67,65

Nejlepší =	10
Nejhorší =	0
Zlepšení	+
Zhoršení	-
Nezměněno	0

Tab. 21 Přehled bodového ohodnocení

Podrobné kreditové a bodové ohodnocení v příloze č.1

7. Seznam příloh

Příloha č.1 Bodové a kreditové ohodnocení podle metodiky bytové resilientní domy

Příloha č.2 Podklad výkresy bytového domu

Příloha č.3 Výpočet energetické náročnosti a emisí CO₂

Příloha č.4 Výpočet produkce energie z fotovoltaických panelů

Příloha č.5 Návrh centrální větrací jednotky

Příloha č.6 Konstrukční schéma

Příloha č.7 Předběžné statické výpočty

Příloha č.8 Tepelné posouzení konstrukcí 1D

Příloha č.9 Tepelná stabilita

Příloha č.10 Návrh využití šedých vod

Příloha č.11 Detaily

8. Seznam tabulek

Tab. 1 Vypočtená hodnota spotřeby neobnovitelné primární energie původní (NoPE)

Tab. 2 Vypočtená hodnota spotřeby neobnovitelné primární energie varianta A(NoPE)

Tab. 3 Vypočtená hodnota spotřeby neobnovitelné primární energie varianta B (NoPE)

Tab. 4 Vypočtená hodnota spotřeby produkce uhlíkových emisí původní návrh

Tab. 5 Vypočtená hodnota spotřeby produkce uhlíkových emisí varianta A

Tab. 6 Vypočtená hodnota spotřeby produkce uhlíkových emisí varianta B

Tab. 7 skladba obvodového pláště varianta A CLT

Tab. 8 skladba obvodového pláště varianta A ŽB

Tab. 9 skladba podlaha nad garáží varianta A

Tab. 10 skladba obvodového pláště varianta B vyzdívaná

Tab. 11 skladba obvodového pláště varianta B vyzdívaná

Tab. 12 skladba strop nad garáží varianta B

Tab. 13 skladba příčky A

Tab. 14 Podlaha varianta A

Tab. 15 skladba příčky varianta B

Tab. 16 skladba střechy varianta A

Tab. 17 skladba střechy varianta B

Tab. 18 spotřeba pitné vody varianta A

Tab. 19 spotřeba pitné vody varianta B

Tab. 20 spotřeby neobnovitelné primární energie a produkce skleníkových plynů

Tab. 21 Přehled bodového ohodnocení

9. Seznam obrázku

Obr. 1 3D model bytového domu

Obr.2 obvodová stěna CLT

Obr.3 obvodová stěna ŽB

Obr.4 podlaha nad garáží varianta A

Obr.5 obvodová stěna B zdivo

Obr.6 obvodová stěna B ŽB

Obr.7 Strop nad garáží varianta B

Obr.8 příčky varianta A

Obr.8 příčky varianta A

Obr.10 příčky varianta B

Obr.11 skladba střechy varianta A

Obr.12 skladba střechy varianta B

Obr.13 pnoucí zeleň na fasádě ukázka kotvení

Obr.14 pnoucí zeleň na fasádě

Obr.15 kaskádové zapojení tepelných čerpadel

Obr.16 zapojení tepelného čerpadla a plynového kotle

Obr.17 lokální větrací jednotka

Obr.18 Schéma centrální vzduchotechnické jednotky

Obr.19 schéma zapojení systému šedých vod

- Obr.20 schéma systému V2G
- Obr.21 schéma systému V2H
- Obr.22 retenční nádrž
- Obr.23 automatická protipovodňová zábrana
- Obr.24 manuální protipovodňová zábrana
- Obr.25 Klapka proti vzduťé vodě
- Obr.26 instalace kolejnicového systému
- Obr.27 kolejnicový systém Liko
- Obr.27 typické podlaží varianta 1
- Obr.28 typické podlaží varianta 2

10. Použité zdroje

- [1] **Ing. Jakub Dlabka, Ph.D. a další**, *Od zranitelnosti k resilience* [Online] https://www.veronica.cz/klima/resilience/Od_zranitelnosti_k_resilenci.pdf
- [2] **Ing. Antonín Lupíšek, Ph.D. a další**, *RESBy_metodika_v2.04B_pracovní verze*
- [3] *Svázaná energie* [Online] <https://www.mezistromy.cz/slovník/svazana-energie>
- [4] *Emise CO₂ z aut: fakta a čísla* [Online] <https://www.europarl.europa.eu/news/cs/headlines/society/20190313STO31218/emise-co2-z-aut-fakta-a-cisla-infografika>
- [5] **dokument vlády**, *Národní akční plán* [Online] https://www.mzp.cz/cz/narodni_akcni_plan_zmena_klimatu
- [6] *Ozelenění staveb*, [Online] <http://www.carlstahl.cz/aktualne-ozeleneni-staveb-estetické-a-funkční-řešení-které-ma-cím-prekvápit.htm>
- [7] **Projekční podklady Buderus** [Online] <https://www.buderus.com/cz/cs/dokumenty/hydraulicka-schemata.html>
- [8] **Projekční podklady Korado** [Online] <https://www.korado.cz/common/downloads/lokalni-ventraci-jednotky-s-moznosti-rekuperace.pdf>
- [9] **Projekční podklady Asio** [Online] <https://www.asio.cz/cz/1008.vyuzivani-sedych-vod-v-praxi-bytovy-dum-jirikov>

- [10] **tisková zpráva, Elektrto mobil jako zásobárna [Online]**
<http://www.hybrid.cz/elektromobil-jako-zasobarna-energie-nissan-zkousi-pilotni-projekt>
- [11] **Luděk Srb, Toyota vyvíjí domácí energetický systém V2H [Online]**
<https://elektrickevozy.cz/clanky/toyota-vyviji-domaci-energeticky-system-v2h-vozidlo-to-home>
- [12] *Zásady pro výstavbu a montáž hydraulických výtahů [Online]* http://www.hlc-gmv.cz/informace/zasady_pro_montaz.html
- [13] **protipovodňové zábrany [Online]** <https://www.eko-system.cz/automaticke-protipovod-ove-zabrany/>
- [14] *Kanalizační zpětné klapky [Online]* <https://triker.cz/k-0512/Odpadni-a-kanalizacni-systemy-sachty/Kanalizacni-zpetne-klapky/>
- [15] *Stropní kolejnicový systém [Online]* <http://www.dartin.cz/produkty/zvedaci-systemy-a-nemocnicni-luzka/stropni-kolejnicovy-system-liko.html>