

▲ Demonstrace poklesu okenních otvorů na méně osluněných stranách je uplatněna na fasádě v barevném řešení

„Otazník“ – první administrativní budova v pasivním energetickém standardu v ČR



Ing. arch. Radim Václavík

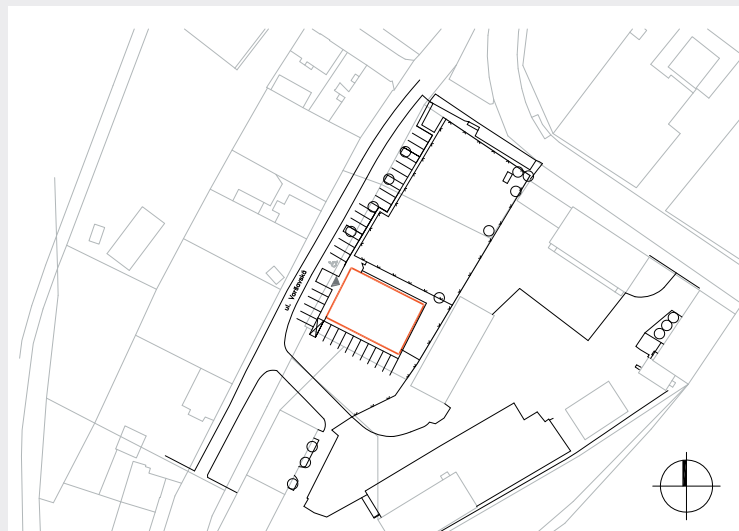
Autorizovaný architekt, absolvent VUT v Brně (1993). Je společníkem projektové a architektonické kanceláře ATOS-6. Je členem autorizační rady ČKA a oborové rady studijního programu Architektura a stavitelství, VŠB-TU Ostrava. E-mail: vaclavik@atos6.cz

Administrativní čtyřpatrová budova je navržena jako sídlo firmy se školicím střediskem pro prezentaci výstavby domů v pasivním a nízkoenergetickém standardu.

Dům je koncipován jako vzorová stavba pasivního domu a zároveň slouží jako školicí pomůcka, na které si návštěvníci mohou prohlédnout nejmodernější technologie používané při realizaci těchto staveb.

Výstavba budovy ověřila reálnost nízkoenergetického navrhování v pasivním standardu i pro vícepodlažní administrativní budovy lokalizované na území České republiky. Především se však prokázalo, že tyto stavby nemusí být cenově nedostupné a jsou vhodné pro běžnou výstavbu.

▼ Situace



Studie solárního domu

Cesta k finální podobě návrhu nebyla ze začátku přímočará, ověřovalo se více koncepčních variant. Byl navržen koncept solární budovy. Nicméně po vyhodnocení všech tepelně-technických výpočtů se ukázalo, že v podmínkách České republiky není solární koncept splňující pasivní standard dle stávajících předpisů vhodný a realizovatelný. Budova splňovala kritéria pouze nízkoenergetického domu, což samo o sobě není špatné, ale zadání znělo postavit dům v pasivním standardu. Pro ten je však v ČR nedostatečný počet slunečních dnů.

Urbanistické řešení

Stavba je umístěna na pozemcích v průmyslové zóně Ostrava – Hulváky, na rozvojové ploše v sousedství stávajícího areálu logistického centra. Rozvojová plocha se nachází severozápadně od areálu a navrhovaná budova je umístěna v její jižní části, hned při vjezdu do stávajícího areálu. Orientace ke světovým stranám akceptuje pravoúhlý systém daný stávajícími objekty a ulicí Varšavskou. Areál leží v samém středu města Ostravy a je napojen na dálniční síť, která zajišťuje snadný a rychlý přístup k budově.

Koncepce stavby

Základní elementární forma stavby je výsledkem přiměřené optimalizace jednotlivých základních nároků kladených na objekt.

Jednalo se o tyto požadavky:

- nízké pořizovací náklady: navrhnout dům levný a současně dobrý;
- nízké provozní náklady: nevyčerpat provozními náklady významný podíl z ceny nájmu;
- opakovatelnost projektu.

Nízké pořizovací náklady

Jednotlivé prvky stavby byly vybírány s ohledem na optimální poměr ceny a výkonu. Při dílčím rozhodování ze strany architekta i investora byla volena řešení jednoduchá a levná. Cenově náročnější detaily se navrhovaly v přesně stanoveném poměru, aby si stavba udržela ty nejvyšší estetické a kvalitativní parametry. Až asketickou vnější formu vyvažuje v interiéru propojení jednotlivých pater kruhovým průhledem – světlovodem, kterým symbolicky prorůstá popínavá zeleň. Společný komunikační prostor na každém patře oživuje vpouštění světla do střední části domu.

Jeden m³ stavby stál 5100 Kč bez DPH. Jeden m² užitné plochy stál 25 000 Kč bez DPH.

Nízké provozní náklady

Prvotní byla eliminace povrchu budovy. Ideální z hlediska plochy povrchu budovy by byla koule či kruhový válec, ale toto řešení je pro běžné kancelářské prostory nevhodné. Proto byl navržen obdélníkový půdorys blížící se čtverci. Oblé nároží budovy odkazuje na ideální zaoblenou formu. Následně se pomocí výpočtových modelů optimalizovala velikost otvorů v plášti budovy. Demonstrace poklesu okenních otvorů na méně osluněných stranách se uplatňuje na fasádě v barevném řešení.

Opakovatelnost projektu

Tvar pláště je záměrně jednoduchý, aby byl použitelný v jakémkoli prostředí. Dispozice vyjadřuje obvyklé požadavky na kancelářský prostor. Je možné modifikovat počet pater. Stavbu lze také vnímat jako základní funkční jednotku, kterou lze slučovat ve větším počtu.

Architektonické řešení

Prostorové uspořádání budovy představuje jednoduchý rastr 2 x 4 pole vycházející z potřeb flexibilního dispozičního řešení, jednoduché konstrukce a kompaktního tvaru budovy. Základní modulový rastr tvořený montovaným skeletem se opakuje ve čtyřech podlažích nad sebou, takže budova má objem čtyřpodlažního, mírně podélného kvádrů.

Čistý bílý objem vyrůstá ze země, s níž je propojen ve vstupním podlaží přírodním prstencem soklové části, a je oživen dřevěným provětrávaným obkladem kladeným ve vertikálním směru. Horní podlaží jsou opatřena vnějším tepelně izolačním kompozitním systémem s omítkou v bílé barvě, jež je místy akcentována zelenými obdélníky. Ty doplňují v modulu celé stavby rastr oken a demonstrují zásady navrhování v pasivním standardu, kdy je nutné okenní plochy omezovat. Přízemí s dřevěným obkladem od omítané části odděluje římsa. Hlavní vstup do objektu je zvýrazněn orámováním dřevěnými bodeskami s šedou lazurou, jež nahradily původně uvažovaný sklo-cementový provětrávaný obklad. Zvýrazněna je také lodžie ve 4.NP. Výrazné prvky na fasádě tvoří venkovní hliníkové žaluzie s přiznanými pouzdry. Na severním průčelí je situováno venkovní schodiště spojující střešní úroveň s 4.NP. Toto řešení umožňuje provádět prohlídky instalovaných technologií na střeše objektu. Severní fasáda bude ozeleněna popínavou zelení.

Aby budova splnila požadavky na pasivní dům, je opatřena silným tepelným štítem a prosklené plochy v tomto plášti jsou minimalizovány. Omezení tepelných ztrát dále napomáhá umělé větrání s rekuperací. Otevíravá okna, vždy minimálně jedno v každé místnosti, jsou tedy navržena spíše z psychologického hlediska. Před přílišnými tepelnými zisky ze slunce jsou okna opatřena účinným venkovním stíněním s regulací. Díky těmto opatřením není třeba velkých vkladů tepla v zimním období či chladu v letním období. Detaily provedení stavebních konstrukcí jsou řešeny tak, aby se v plášti budovy eliminovaly veškeré tepelné mosty, způsobující úniky tepelné energie. Při vytápění budovy se počítá s veškerými zisky tepla z pobytu osob a z kancelářské techniky. Bilanci spotřeby tepla ke krytí ztrát, hlavně v zimním období v noci, doplňuje teplovodní vytápění. Dále jsou tepelné ztráty minimalizovány nuceným větráním s velmi účinnou rekuperací. Chlad v letním období se získává z reverzního tepelného čerpadla, ukládá do zásobníku chladu a využívá ve větracích jednotkách. V zimním období se z tohoto tepelného čerpadla získává teplo pro teplovodní vytápění. Bivalentní zdroj pro ohřev vody představuje

	Skladba	Celková tloušťka	U W/(m ² K)
Základové konstrukce (základová deska na zemině)	Bet mazanina tl. 100 mm PE fólie Perimetr tl. 260 mm HI PVC fólie Geotextilie Bet. mazanina tl. 50 mm	410 mm	0,126
Obvodová stěna	ŽB montovaný skelet, Vyzdívký v VPC cihel tl. 175 mm, KZS EPS Greywall tl. 250mm	425 mm	0,118
Zastřešení (plochá střecha)	Hydroizolační fólie Geotextilie Spád. beton. mazanina tl. 100–150 mm Samolepicí asfaltový pás EPS 100 S 100 mm EPS Greyroof 2 x 200 mm 1x ALP + 1x HI oxid. asfaltový pás typu S ŽB stropní panel	850 mm	0,062

▲ Tab. 1. Skladby obvodových konstrukcí



▲ Oblé nároží budovy odkazuje na ideální zaoblenou formu

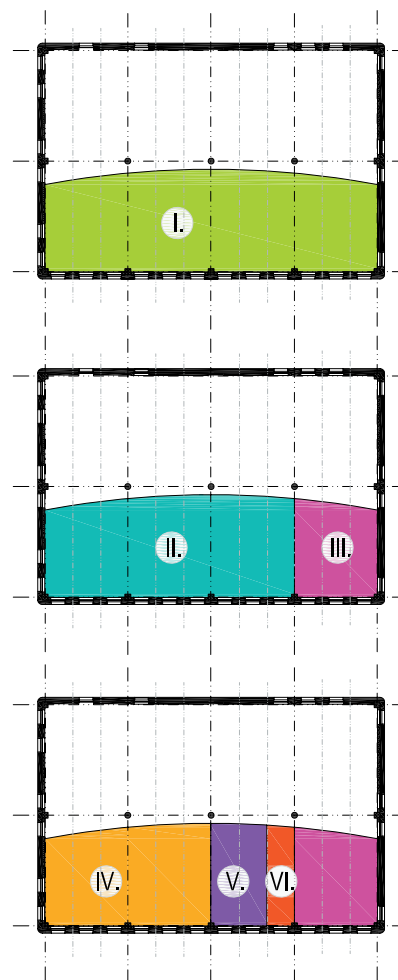


▲ Přírodní dubová podlaha v kombinaci s pohledovým betonem

▼ Propojení jednotlivých pater kruhovým průhledem



▲ Kruhový průhled – světlovod, kterým symbolicky prorůstá popínavá zeleň



▲ Prostorové uspořádání budovy představuje jednoduchý rastr 2 x 4 pole vycházející z potřeb flexibilního dispozičního řešení, jednoduché konstrukce a kompaktního tvaru budovy

elektrická energie. Řízení vnitřního prostředí budovy z hlediska optimálního stavu, stability a kvality je automatizováno řídicím systémem s nejmodernějšími prvky a flexibilním programem. Řešení tepelného čerpadla a schéma zapojení s akumulací tepla a chladu umožňuje prakticky současně do budovy dodávat teplo i chlad, což lze využít zejména v přechodném období – např. na severní fasádě přitápět a vzduch přiváděný do zaplněného přednáškového sálu chladit.

Dispoziční řešení

Dispozice budovy je podřízena modulu celé stavby. Ten umožňuje během její životnosti variabilně upravovat velikost jednotlivých kanceláří. Toto členění dle potřeby uživatele je umožněno také rozmístěním okenních otvorů v jednotném modulu celé stavby.

Vertikální komunikace a místnosti sociálního a technologického zázemí jsou umístěny podél severní fasády objektu. Ostatní partie zabírají podél všech fasád v podstatě libovolně dělitelné kancelářské prostory, propojené spolu navzájem a se zázemím střední komunikační halou. Zázemí typového patra obsahuje WC, úklidovou komoru a místnost technologie. Na východním konci spojovací chodby se nachází prostor respira s kuchyňkou a dvěma přílehlými místnostmi pro kopírování a datové technologie. Toto uspořádání se opakuje ve všech podlažích s tím rozdílem, že v 1. a 4. NP je do dispozice vloženo zádveří a terasa, čemuž odpovídá návaznost sousedních prostor. Chodby v kancelářských podlažích lemují ze strany kanceláří prohnutá stěna tak, že se na západním a východním konci rozšiřují. Prostory jsou tak vzdušnější a světlo dopadající na zaoblenou plochu stěny a kruhových sloupů vnáší do vnitřního prostředí dynamiku. Chodby před výstupem z výtahů navíc prosvětluje průběžný kruhový světlík, jenž ve střeše prosvětluje světlovody. Tento zazeněný tubus umocňuje nástupní prostory do budovy i do jednotlivých podlaží a zprostředkovává vizuální propojení mezi jednotlivými úrovněmi. Symbolicky také podporuje sounáležitost uživatelů této administrativní budovy.

Stavebně konstrukční řešení

Založení objektu je navrženo na monolitické základové desce o tloušťce 600 mm na roznášecí polštář z hutněného štěrku. Nosnou konstrukci tvoří železobetonový montovaný skelet se systémem dělených sloupů a průběžných průvlaků s vloženými klouby. Stropní rovina je z předpjatých dutinových panelů. Prefabrikovaný systém byl zvolen z důvodu provádění nosné konstrukce v zimním období. Sloupky jsou děleny vždy na výšku jednoho podlaží. Obvodové sloupky jsou čtvercového průřezu 400 x 400 mm, vnitřní sloupky jsou kruhové, o průměru 400 mm. Stropní průvlaky mají průřez obráceného T, staticky působí jako spojitý nosník s vloženými klouby. Výška průvlaků činí 450 mm. V místě schodišť, kolem velkých prostupů a ve štítech, jsou doplněna tzužidla – výměny. Stropní rovina je z předpjatých dutinových panelů tloušťky 250 mm, ukládaných na ozuby průvlaků. V místě velkých prostupů je doplňují filigránové dílce. Malé prostupy do 100 mm jsou provedeny vrtáním v ose dutiny stropních panelů. Prostorovou tuhost konstrukce zajišťuje jednak tuhost rámových styčnicků skeletu, jednak tzužující stěny, tedy výtahová šachta a stěny kolem schodiště. Tyto jsou kotveny navzájem a do stropní roviny.

Použité materiály a technologie

K zateplení objektu jsou použity izolační desky Isover EPS GreyWall a Greyroof, tedy grafitový izolant nové generace se zvýšeným

izolačním účinkem. Kontaktní zateplovací systém je z důvodu eliminace tepelných mostů navržen bez mechanického kotvení. Rovněž tepelná izolace střechy je kotvena bez mechanických kotev a je přitížena betonovou vrstvou ve spádu. V místech, kde bylo nutno použít tepelnou izolaci se sníženou tloušťkou (u nadpraží oken v místech osazení žaluzií, nebo podlahy lodžie ve 4. NP), se použily izolace se zvláště izolačními vlastnostmi, jako je Kooltherm K5 a vakuové desky VARIOTEC. Veškeré konstrukce vystupující na fasádu a narušující KZS (římsa, provětrávaná fasáda v 1. NP, žaluzie, zábradlí) jsou kotveny pomocí kotev s přerušeným tepelným mostem DOSTEBA. Okenní otvory jsou osazeny plastovým profilovým systémem REHAU GENE0® MD plus s konstrukční hloubkou 86 mm. Okno s modelem středového těsnění a integrovaným termomodulem dosahuje hodnoty $U_i = 0,85 \text{ W/m}^2\text{K}$. Rámy jsou osazeny izolačním trojsklem SGG Planitherm Ultra N a SGG Planitherm LUX. Okna jsou napojena na obvodovou konstrukci (ostění, nadpraží a parapet) pomocí těsnicího systému TREMCO illbruck i3.

Pro nucené větrání objektu je navrženo pět samostatných zařízení ATREA DUPLEX S, jež zajistí větrání jednotlivých prostor.

Vytápění a pokrytí tepelných ztrát budovy postupem probíhá pomocí otopných těles v každé místnosti. Na každém tělese je instalován termostatický ventil, jímž si uživatel může přizpůsobit teplotu v místnosti dle vlastních požadavků. Tepelná ztráta infiltrací bude kryta pomocí instalovaného větracího zařízení s rekuperací tepla.

Chlazení vzduchu je zajištěno ve vodním chladiči, integrovaném ve větrací jednotce.

Ohřev teplé vody (TV) zabezpečuje zásobníkový ohřivač TV o objemu 570 l s elektrickou topnou vložkou. Bojler je napojen i na solární ohřev, kolektory jsou umístěny na střeše. Tato kombinace však není potřebná a nesouvisí se základní koncepcí. Je instalována pro studijní a školicí důvody.

Hlavním zdrojem tepla a chladu pro vytápění a chlazení budovy a rovněž pro ohřev TV je tepelné čerpadlo vzduch/voda NIBE LWSE 18. Celý systém je navržen tak, aby bylo možné provozovat současně vytápění (případně ohřev TV) a chlazení – obojí s využitím instalovaného tepelného čerpadla. Oba systémy jsou (až na malý úsek potrubí u tepelného čerpadla) odděleny a vybaveny akumulačními nádobami pro možnost přerušovaného provozu.

Na střeše budovy se nachází celkem 48 kusů fotovoltaických panelů S-Energy 225Wp o celkovém výkonu 10,8 kWp. Předpokládaný roční energetický zisk systému včetně započtených ztrát při uvedení do provozu je 9440 kWh. Vyrobená elektrická energie bude využívána pro vlastní spotřebu v budově. Tato kombinace opět není nezbytná a nesouvisí se základní koncepcí, je instalována pro studijní a školicí důvody.

Osvětlení

Osvětlení v kancelářích, přednáškovém sále, na chodbách, v recepci a na fasádě budovy se ovládá řídicím systémem Luxmate. Systém řízení osvětlení a žaluzií Luxmate má plnit několik úloh. V první řadě jde o řízení výkonu jednotlivých svítidel v závislosti na denním světle, jeho směrovosti a využitelnosti přímé složky denního světla. Intenzitu a směr oslunění budovy denním světlem měří centrální všesměrové čidlo denního světla, umístěné na střeše budovy v necloněné poloze s rozhledem 360°. Údaje z čidla se zpracovávají regulačními algoritmy a podle individuálně nastavených charakteristik jsou pro každé svítidlo zvlášť vypočítávány akční veličiny.

Spolu s regulací svítidel pracuje fasádní regulace vnějších žaluzií (tzv. 3D regulace), kdy je každá žaluzie individuálně řízena podle oslunění fasády a výšky slunce nad horizontem. Žaluzie jsou mechanicky

upraveny tak, aby horní čtvrtina lamel umožňovala tzv. harvesting. Po mechanickém přetočení lamel se do místnosti vpouští přímé sluneční světlo i při zavřené žaluzii. Tato složka, za běžných okolností nežádoucí (způsobuje oslnění a přehřívání interiéru), je přes povrch stropu transformována na difuzní světlo. To přispívá k přirozenému osvětlení vnitřního prostoru a snižuje potřebný výkon umělého osvětlení. Díky precizní konfiguraci regulačních charakteristik je vazba mezi svítidly, žaluziemi a denním světlem zcela přirozená a zaručuje konstantní hladinu osvětlenosti a maximální zrakový komfort.

Dalším úkolem systému je podporovat automatickou ochranu vnitřního prostředí, resp. eliminaci tepelných ztrát v noci a maximalizaci tepelných zisků v zimních měsících.

Regulace vnějších žaluzií tedy zajišťuje úplné zavření lamel na celé budově v určeném časovém intervalu během noci a o víkendech v letních měsících. V zimních měsících je naopak o víkendech požadováno úplné otevření a vytažení žaluzií ve dne, aby mohla budova akumulovat energii ze slunečního záření. Noční uzavření budovy probíhá stejně jako v letních měsících.

Při zmínce o automatických funkcích žaluzií nelze opomenout meteorostanici. Z údajů jejich senzorů se vyvozují poplachové stavy, tedy překročení maximální dovolené rychlosti větru a námrazový alarm. Z hlediska bezpečnosti provozu vnějších fasádních žaluzií jde o nezbytnou funkci, jež je v případě systému Luxmate ještě podpořena provozní autodetekcí senzorických převodníků meteorostanice: při poruše senzorů je aktivován poplachový stav. Systém Luxmate rovněž zajišťuje ovládání osvětlení v prostorách chodeb a schodiště na základě detekce pohybu osob, přičemž i v těchto prostorách aktivní regulace osvětlení závisí na denním světle a regulační vazbou na žaluzie. Venkovní osvětlení budovy se spíná při soumraku a podtrhuje architekturu stavby do nočních hodin, kdy je podle časových plánů vypnuto. Aktivuje se opět následujícího dne při soumraku. Díky digitálnímu řízení jednotlivých svítidel a žaluzií má systém k dispozici podrobné údaje o stavech zařízení a jejich případných poruchách. Tyto informace se přehledně zobrazují v uživatelské grafické vizualizaci. Ta kromě diagnostiky osvětlení a žaluzií v celé budově umožňuje také řídit jednotlivé místnosti do předdefinovaných režimů (světelných scén) nebo stmívat osvětlení a polohovat žaluzie podle aktuální individuální potřeby. Tato funkce centrálně zastupuje lokální ovladače umístěné v každé řízené místnosti budovy.

Digitální řízení svítidel ovšem provozovateli kromě již uvedených výhod poskytuje ještě jeden důležitý analytický nástroj, a tím je měření spotřeby jednotlivých svítidel v reálném čase. Systém každou minutu integruje podle aktuálního výkonu jednotlivých svítidel jejich příkon a dílčí údaje ukládá v denních záznamech. Provozovatel má díky tomu možnost zpětně ověřovat efektivitu provozu celé instalace. Budova je rovněž vybavena nouzovým LED osvětlením Zumtobel, jež je automaticky monitorováno a testováno řídicí jednotkou Onlite local SB128. Tato jednotka je kromě oživení a úvodní parametrizace systému nouzového osvětlení určena k pravidelným testům nouzových svítidel (funkčním i výdržovým), přičemž výsledky testů ukládá v paměti s kapacitou pro denně prováděné testy po dobu tří let. Paměť je nezávislá na napájení, tudíž záznamy o dílčích testech nemohou být ztraceny. Jednotka je rovněž vybavena komunikačním rozhraním, které se využívá pro přenos dat do servisního softwaru řídicího procesoru Luxmate, odkud lze dálkově spravovat instalaci nouzového osvětlení.

Návrh koncepce vytápění a větrání

Koncepce byla přizpůsobena specifikům administrativní budovy, která se ve svých požadavcích liší například od rodinných domů.

Hlavními odlišnostmi jsou:

- rozdílný režim využívání budovy jako celku i jednotlivých částí;
- vyšší počet osob (ve vztahu k prostoru);
- proměnlivý počet osob;
- vyšší podíl vnitřních zisků tepla (trvale užívané kancelářské přístroje).

Jako zásadní řešení bylo tedy navrženo:

- použití pouze čerstvého vzduchu bez recirkulace;
- decentralizované větrání;
- oddělení větracího a topného systému.

Použití pouze čerstvého vzduchu

Z hygienických důvodů bylo třeba uvažovat o větrání pouze čerstvým vzduchem – není možné vzduch recirkulovat, což je hlavní rozdíl ve srovnání s rodinnými domy, kde je koncepce teplovzdušného vytápění v dřívější většině případů postavena právě na recirkulaci vzduchu a kde tento přebytek vzduchu umožňuje zajistit vyhovující regulaci dodávky tepla do jednotlivých místností.

Dimenzování množství větracího vzduchu se odvíjelo dle těchto zásad:

- zimní provoz: 0,5 výměny/hod, s tím, že minimální množství vzduchu na osobu je 30 m³/h;
- ve shromažďovací místnosti v 1.NP bylo větrací zařízení dimenzováno dle počtu přítomných osob, v době nepřítomnosti osob se však množství větracího vzduchu pomocí instalovaného regulačního zařízení razantně sníží;
- letní provoz: 1 výměna/hod s tím, že vzduch bude chlazen.

Decentralizované větrání

Větrací systém byl navržen jako decentralizovaný – vybavený jednotlivými větracími zařízeními pro jednotlivé zóny. Zónami se rozumí jednotlivá podlaží a také exponované místnosti z hlediska pobytu osob (shromažďovací sál v 1.NP). Hlavními důvody pro toto řešení jsou:

- možnost samostatného ovládání, tedy lepší regulovatelnosti množství vzduchu a lepší možnosti se přizpůsobit momentálnímu režimu užívání ve větraném prostoru než u centrálního systému (zejména ve vztahu k počtu přítomných osob a vnitřních tepelných zisků);
- možnost řešení zcela bez strojoven (případně pouze s malými technickými místnostmi);
- nižší nároky na prostor pro vzduchotechnická potrubí (menší rozměry, řešení bez nutnosti prostupů vodorovnými konstrukcemi);
- lepší možnost obchodní prezentace celého systému (přehlednost zařízení).

Oddělení větracího a topného systému

Hlavní důvody tohoto řešení jsou:

- rozdílné požadavky na množství dodané energie v jednotlivých místnostech;
- lepší regulovatelnost dodávky tepla;
- potřeba nižšího množství větracího vzduchu (s tím související nižší potřeba elektřiny na pohony a lepší mikroklimatické podmínky – relativní vlhkost vnitřních prostor);
- jednodušší a levnější způsob distribuce tepla i vzduchu do jednotlivých místností.

Jednoduše lze říci, že bez možnosti recirkulace vzduchu (hygienické důvody) bylo výhradně teplovzdušné vytápění (tj. bez jiného topného systému) vyhodnoceno jako vysoce riskantní – s reálným rizikem, že nedojde ke splnění požadavků na odpovídající a požadované vnitřní prostředí v jednotlivých místnostech.

Geometrie	Jednotka	1.NP	2.NP	3.NP	4.NP	Celkem
Podlahová plocha	m ²	303	303	303	303	1212 (22,5 x 15 x 0,9)
Výška podlaží	m	3,15	3,1	3,1	3,1	
Vytápěný objem	m ³	954,45	939,3	939,3	939,3	3772
Povrch obvodového pláště	m ²		1497			13,7 x (2x 22,5 + 2 x 7,5) + 2 x (22,5 x 15)
Geometrická charakteristika	1/m		0,437	A/V		

▲ Tab. 2. Hlavní údaje geometrie budovy

Podklady pro navrhování

Geometrie budovy

Důležitým podkladem pro dimenzování obvodových konstrukcí se staly geometrické údaje budovy. Byly zvoleny jako poměrně velmi příznivé pro dosažení nízké potřeby tepla na vytápění i chlazení (půdorysný tvar, výška jednotlivých podlaží, poměr povrchu obvodového pláště a objemu budovy – A/V – apod.). Hlavní údaje geometrie budovy uvádí tab. 2.

Parametry obvodového pláště	Jednotka	
Tepelná ztráta celková	kW	12,12
Tepelná ztráta větráním	kW	4,45
Tepelná ztráta prostupem	kW	7,67
Započitatelné vnitřní zisky	kW	3,03
Vnitřní výpočtová teplota	°C	20
Venkovní výpočtová teplota	°C	-15
Průměrné U	W/m ² /K	0,204
Snížení U – vliv tepelných mostů	W/m ² /K	0,184

▲ Tab. 3. Parametry obvodového pláště budovy a součinitel prostupu tepla

inzerce

Výpočtové parametry

Aby bylo dosaženo parametrů pasivního standardu, tedy celkové spotřeby tepla na vytápění (a ohřev větracího vzduchu) do 15 kWh/m² podlahové plochy za rok, muselo být dosaženo průměrné hodnoty součinitele prostupu tepla obvodovým pláštěm $U = 0,184 \text{ W/m}^2/\text{K}$, jak vyplývá z tab. 3.

Výpočet byl proveden s určitým zjednodušením. Rezervu jednoznačně tvoří vnitřní zisky a ty budou v kancelářské budově nezanedbatelné.

Vytápění, ohřev TV, chlazení

Zdroj tepla a chladu, strojovna ÚT

Jako zdroj tepla pro vytápění a ohřev vody a zároveň zdroj chladu bylo zvoleno tepelné čerpadlo vzduch/voda NIBE LWSE 18 s možností reverzního chodu (pro volbu režimu vytápění/chlazení). Důležitou součástí řešení tvoří akumulční nádoby jak topné, tak chladicí vody, umístěné ve strojovně. Tepelné čerpadlo je 100% zálohováno elektroohřevem (bivalentní zdroj tepla). Ve strojovně jsou dále umístěny rozdělovač a sběrač topného systému, oběhová čerpadla a malý zásobníkový ohřevač teplé vody.

Zajistěte vzduchotěsnost a ochranu domu před vlhkostí



Chytré parobrzdy Isover Vario

Pro komfortní bydlení s malou spotřebou energie je mimo dobré tepelné izolace nutno zajistit i vzduchotěsnost obvodového pláště. Parobrzda Isover VARIO KM Duplex UV umožňuje „dýchání“ budovy a představuje tedy milník ve výstavbě domů. Chraňte konstrukci Vašeho domu před nežádoucí vlhkostí a zajistěte tak její dlouhodobou životnost.



- ✓ úspora energie
- ✓ umožnění „dýchání“ budovy
- ✓ ochrana proti vlhkosti
- ✓ regulace vlhkosti

Z rozdělovače ÚT jsou vyvedeny následující topné větve:

- otopná tělesa sever (se směřováním);
- otopná tělesa jih (se směřováním);
- ohřivače vzduchotechnických jednotek (bez směšování – směšovací uzly jsou umístěny před jednotlivými VZT jednotkami);
- ohřev TV (pouze oběhové čerpadlo, bez směšování).

Otopná soustava

V objektu byla instalována klasická otopná soustava – otopná tělesa však byla navržena pouze pro krytí tepelných ztrát prostupem obvodovým pláštěm. Jsou tedy relativně malá, přestože otopná soustava je s ohledem na topný faktor tepelného čerpadla nízkoteplotní. Tělesa jsou opatřena ventily s termostatickými hlavicemi. Instalovaný topný výkon otopných těles činí cca 7,7 kW (pro topnou vodu 50/40°C). Orientační rozložení topného výkonu v jednotlivých patrech uvádí tab. 4.

Otopná tělesa kryjící tepelnou ztrátu prostupem (bez započítání tepelných zisků)					
	1.NP	2.NP	3.NP	4.NP	Celkem
kW	2,30	1,53	1,53	2,30	7,67

▲ Tab. 4. Orientační rozložení topného výkonu v jednotlivých patrech budovy

Ohřev teplé vody

Ohřev teplé vody (TV) v objektu zajišťuje opět vzduchové tepelné čerpadlo. Potřeba TV je relativně malá. Pro ohřev TV pomocí topné vody je ve strojovně instalován malý zásobníkový ohřivač. Rozvod TV se děje cirkulací, cirkulační čerpadlo je opatřeno časovým programátorem.

Chlazení

Navržené tepelné čerpadlo slouží rovněž jako zdroj chladicí vody, instalován je také akumulátor chladicí vody. Chladicí voda se samostatným rozvodem přivádí ke chladičům všech vzduchotechnických jednotek a fan-coilům ve vybraných prostorách s vyšší tepelnou zátěží (zejména přednáškový sál). Bilance chlazení je uvedena v tab. 5.

Tepelná zátěž	kW
Vnitřní zisky od osob	
trvalé	5,50
maximální	9,00
Vnitřní zisky od přístrojů	
trvalé	6,60
maximální	13,20
trvalé	12,10
maximální	22,20
započ. do zimní bilance	3,00
Tepelné zisky osluněním	4,00
Max. chladicí výkon	29,55
Přeneseno vzduchem	
Jednotlivá podlaží	13,40
Sál v 1.NP	4,20
Celkem	17,60
Dochladit fan-coily	11,95

▲ Tab. 5. Bilance chlazení v budově

Kromě aktivního chlazení pomocí vzduchového tepelného čerpadla jsou navrženy rovněž prvky pasivního chlazení, zejména důsledné venkovní zastínění proti sluneční zátěži.

Větrací systém

Základní zásady návrhu

Základní koncepce vychází z hodnot v tab. 6. Zajištěna je základní hygienická výměna vzduchu (0,5 výměny/hod – v zimním období). V letním období je intenzita výměny vzduchu vyšší (1x za hod). Instalováno bylo pět samostatných větracích jednotek ATREA DUPLEX S s vysokou účinností rekuperace (zpětného získávání tepla i chladu).

Technické řešení

V budově je instalováno pět větracích jednotek – dle rozpisu v tab. 7. Jednotky jsou umístěny ve strojovnách v jednotlivých podlažích – vždy ve větraném prostoru. V 1.NP se nacházejí dvě zařízení (kanceláře + sál) ve společné strojovně.

Čerstvý vzduch je přiváděn ze severní fasády. Odvod vzduchu je zajištěn do bezokenní fasády, případně nad střechu objektu.

Veškeré rozvody jsou vedeny pod stropem. Ocelové pozinkované nebo hliníkové potrubí vede nad podhledy, některé části jsou příznané. Vzduchu se přivádí do kanceláří a chodby, odvod je zajištěn ze sociálního zařízení, chodeb i kanceláří (obraz proudění zajišťuje mírný přetlak v kancelářích a podtlak v chodbě a sociálním zařízení). Vlastní distribuce vzduchu probíhá pomocí vyústek, případně vířivých vyústí nebo talířových ventilů.

Co se napojení na rozvody tepla a chladu týče, veškeré vzduchotechnické jednotky jsou vybaveny ohřivači a chladiči včetně regulačních uzlů pro jemnou deregulaci teploty v létě i v zimě. Topná a chladicí voda se rozvádí pomocí měděného potrubí. Veškeré části rozvodů (včetně zařízení ve strojovně) jsou opatřeny tepelnou izolací (pro rozvody chladu, tj. parotěsnou).

Plánovaná potřeba energie

Návrh předpokládá roční potřebu energie dle tab. 8.

Velmi důležitým předpokladem pro dosažení uvedených hodnot je instalace a provozování řádného regulačního systému, který musí trvale zajišťovat:

- základní regulaci tepelného čerpadla (v topném i chladicím režimu);
- samostatnou regulaci teploty v obou topných větvích (severní a jižní fasáda) včetně nastavení útlumu vytápění v době nepřítomnosti osob;
- regulaci teploty a množství přiváděného vzduchu v každém z pěti větracích zařízení samostatně – dle režimu užívání; v době nepřítomnosti lze větrání velmi omezit;
- regulaci teploty teplé vody (konstantní hodnota) včetně časového ovládání cirkulačního čerpadla TV;
- doregulace teploty v místnostech bude probíhat na instalovaných termostatických ventilech (ovládat je budou přímo uživatelé kanceláří).

Skutečná spotřeba energií se nyní teprve vyhodnocuje a po ukončení topné sezóny a ročního cyklu od zahájení provozu bude zveřejněna.

Zkušenosti z navrhování a realizace stavby

Při výstavbě budovy vše začalo osvětleným investorem Závadou, který jasně nastavil zadání a cenové limity, do nichž bylo třeba se vejít. Zásadní pro návrh budovy se stala spolupráce mezi architekty

Návrh větrání	m ³ /h/os	30	Bez kouření			Celkem
Počet osob	–	10	15	15	15	55
	–	35	přednáškový sál			
Celkem	–	40	15	15	15	85
Množství vzduchu	m ³ /h	300	450	450	450	
Jednonásobná výměna	m ³ /h	650	950	950	800	3350
Potřeba tepla						
max. nárazová	kW		6,7			
trvalá	kW		3,35			
Přednáškový sál	m ³ /h	1050				
Potřeba tepla na větrání (sál a jednací místnost)						
max. nárazová	kW		0			
trvalá	kW		0			
Celková trvalá potřeba tepla	kW		3,35			

▲ Tab. 6. Základní koncepce návrhu větrání

Větrání – návrh							
Technické řešení	Větrání 100% čerstvým vzduchem s rekuperací s vysokou účinností ZZT						
Zařízení		I	II	III	IV	V	
Větrat prostor		1.NP – kancelář	1.NP – sál	2.NP	3.NP	4.NP	
Množství vzduchu							
max. dimenzování	m ³ /h	650	1050	950	950	800	
zimní provoz	m ³ /h	325	dle osob	475	475	400	
letní provoz	m ³ /h	650	dle osob	950	950	800	
Topný výkon							
max. nárazový	kW	1,30	2,10	1,90	1,90	1,60	8,80
trvalý	kW	0,65	0,70	0,95	0,95	0,80	4,05
Chladicí výkon – maximální	kW	2,60	4,20	3,80	3,80	3,20	17,60

▲ Tab. 7. Návrh pěti větracích jednotek v budově

a specialisty, a to od prvního konceptu. Na základě průběžných ověřovacích výpočtů se neustále redukovaly v návrhu okenní otvory, protože na počátku bylo zvoleno rozsáhlé prosklení, nevhodné pro splnění parametrů pasivního standardu. Při této opakující se činnosti lze ocenit projektování pomocí parametrického systému Autodesk Revit, protože jednotlivé úpravy namodelovaného fasádního pláště probíhaly rychle a provedené změny se okamžitě projevovaly na všech částech dokumentace.

Roční potřeba energie	Jednotka	
Teplota na vytápění	kWh/rok	18 180
	GJ/rok	65,448
Měrná potřeba tepla	kWh/r/m ²	15,0
Elektřina na výrobu chladu (předpoklad)	kWh/rok	10 080

▲ Tab. 8. Návrh roční potřeby energie

inzerce

Life

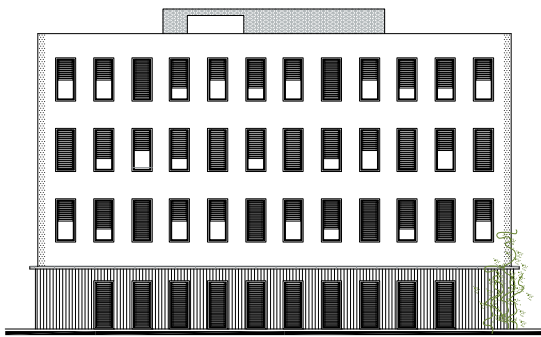
Nová kolekce fasádních barev

Všechny barvy vašeho života

Life
COLORED BY BAUMIT

Váš dům. Vaše barvy. Váš život.

BAUMIT
baumit.com



Jihozápadní pohled



Severovýchodní pohled



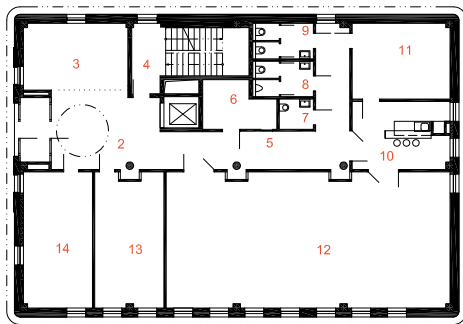
Jihovýchodní pohled



Severozápadní pohled

▲ Pohledy na stavbu. Horní podlaží jsou opatřena vnějším tepelně izolačním kompozitním systémem s omítkou v bílé barvě, jež je místy akcentována zelenými obdélníky.

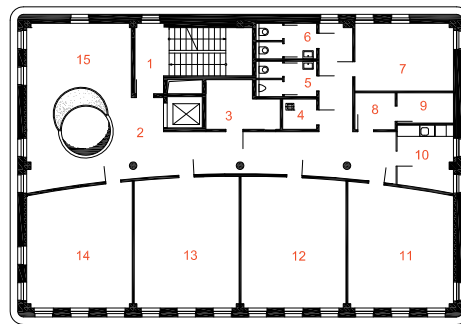
Půdorys 1.NP



LEGENDA PRO 1. NP

- 1 ZÁDVEŘÍ
- 2 VSTUPNÍ HALA
- 3 RECEPCE
- 4 SCHODIŠTĚ
- 5 CHODBA
- 6 TECHNOLOGIE
- 7 WC - IMOBILNÍ
- 8 WC - MUŽI
- 9 WC - ŽENY
- 10 KUCHYŇKA
- 11 STROJOVNA ÚT
- 12 PŘEDNÁŠKOVÝ SÁL
- 13 KANCELÁŘ
- 14 PŘEDVÁDEČÍ MÍSTNOST

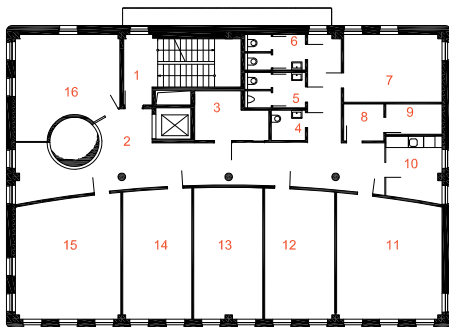
Půdorys 2.NP



LEGENDA PRO 2. NP

- 1 SCHODIŠTĚ
- 2 CHODBA
- 3 TECHNOLOGIE
- 4 ÚKLID
- 5 WC - MUŽI
- 6 WC - ŽENY
- 7 KANCELÁŘ
- 8 TISKÁRNA
- 9 SERVER
- 10 KUCHYŇKA
- 11 KANCELÁŘ
- 12 KANCELÁŘ
- 13 KANCELÁŘ
- 14 KANCELÁŘ
- 15 KANCELÁŘ

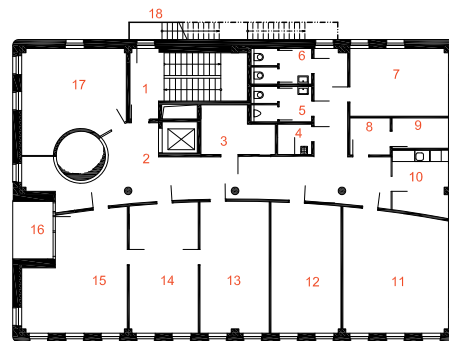
Půdorys 3.NP



LEGENDA PRO 3. NP

- 1 SCHODIŠTĚ
- 2 CHODBA
- 3 TECHNOLOGIE
- 4 WC - IMOBILNÍ
- 5 WC - MUŽI
- 6 WC - ŽENY
- 7 KANCELÁŘ
- 8 TISKÁRNA
- 9 SERVER
- 10 KUCHYŇKA
- 11 KANCELÁŘ
- 12 KANCELÁŘ
- 13 KANCELÁŘ
- 14 KANCELÁŘ
- 15 KANCELÁŘ
- 16 KANCELÁŘ

Půdorys 4.NP



LEGENDA PRO 4. NP

- 1 SCHODIŠTĚ
- 2 CHODBA
- 3 TECHNOLOGIE
- 4 ÚKLID
- 5 WC - MUŽI
- 6 WC - ŽENY
- 7 KANCELÁŘ
- 8 TISKÁRNA
- 9 SERVER
- 10 KUCHYŇKA
- 11 KANCELÁŘ
- 12 KANCELÁŘ
- 13 KANCELÁŘ
- 14 KANCELÁŘ
- 15 KANCELÁŘ
- 16 LODŽIE
- 17 KANCELÁŘ
- 18 SCHODY NA STŘECHU



► Studie solárního domu. Cesta k finální podobě návrhu nebyla ze začátku přímočará, ověřovalo se více koncepčních variant. Byl navržen koncept solární budovy. Nicméně po vyhodnocení všech tepelně-technických výpočtů se ukázalo, že v podmínkách České republiky není solární koncept splňující pasivní standard dle stávajících předpisů vhodný a realizovatelný.





▲ Severovýchodní pohled na stavbu (vizualizace)



▲ Severozápadní pohled na stavbu (vizualizace)

Průvzdušnost budovy

Dne 23. 6. 2011 byl proveden test průvzdušnosti budovy (BLOWERDOOR TEST) dle ČSN EN 13829:2001, Tepelné chování budov - Stanovení průvzdušnosti budov - Tlaková metoda. Byla stanovena výsledná hodnota $n_{50} = 0,17 \text{ h}^{-1}$.

Závěr

Výstavba budovy ověřila reálnost nízkoenergetického navrhování v pasivním standardu i pro vícepodlažní administrativní budovy lokalizované na území ČR. Především se však prokázalo, že takové stavby nemusí být cenově nedostupné a hodí se i pro běžnou výstavbu. Je však nutné po celou dobu přípravy budovy týmově spolupracovat napříč jednotlivými profesemi a s jednotlivými dodavateli stavby. Klíčovou roli sehrává období vlastní realizace, jež se často za návrhovou fází opožďuje a dochází k drobným změnám stavebních předpisů i technologických vlastností jednotlivých elementů stavby. Tyto korekce je nutné zohledňovat v dodavatelské dokumentaci a následně realizaci. Trh stavebních materiálů je v současnosti již velice pestrý, ale zásadním problémem je orientovat se v nabídce a zvolit řešení technicky správné a cenově výhodné. Vzhled je tedy pevně definován funkcí, zároveň silně omezen matematickým výpočtem a cenou. Je vzrušující v takto sevřených mantinelech hledat rovnováhu a krásu. ■

Projekt je spolufinancován Evropským fondem pro regionální rozvoj a MPO ČR.

Základní údaje o stavbě

Investor: INTOZA, spol. s r.o.
Autor návrhu: ATOS-6, spol. s r.o. – Ing. arch. Radim Václavík

▼ Průkaz energetické náročnosti budovy

PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY				
Dům služeb a školici středisko energetických úspor, Intoza s.r.o. Ul. Varšavská, Ostrava – Mariánské Hory Celková podlahová plocha: 1267,4 m ²				Hodnocení budovy
				A
Měrná vypočtená roční spotřeba energie v kWh/m ² za rok				58
Celková vypočtená roční dodaná energie v GJ				253,14
Podíl dodané energie připadající na:				
Vytápění	Chlazení	Větrání	Teplá voda	Osvětlení, el.
12 %	21 %	16 %	19 %	32 %
Doba platnosti průkazu do				duben 2019
Průkaz vypracoval				Ing. Michal Havlíček Osvědčení č. 0764

Vytápění a větrání:

MAXXI–THERM, spol. s r.o. - Ing. Michal Havlíček

Partneři projektu:

ALUMONT plast s.r.o. – dodavatel okenních výplní, ATREA s.r.o. – teplovzdušné vytápění a větrání domů, CPD - Centrum pasivního domu, GIENGER spol. s r.o. – odborný dodavatel TZB, ISOTRA a.s. – dodavatel stínící techniky, MEROPS spol. s r.o. – dodavatel solárních systémů, MSEK – Moravskoslezský energetický klastr, Saint-Gobain Construction Products CZ a.s. – Divize Isover – výrobce tepelných izolací, Saint-Gobain Construction Products CZ a.s. – Divize Rigips – výrobce materiálů pro suchou výstavbu, Saint-Gobain Construction Products CZ a.s. – Divize Weber – vnější kontaktní zateplovací systémy, Tremco illbruck s.r.o., VŠB-TU Ostrava, Zumtobel Lighting s.r.o. - dodavatel profesionálního osvětlení STASPO, spol. s r.o. – Ing. Aleš Vacula 32 mil. budova, 8 mil. zpevněné plochy, oplocení, inženýrské sítě 08/2010–06/2011

Stavbyvedoucí:

Náklady:

Doba výstavby:

Použitá literatura:

- [1] Havlíček, M.: Koncepce vytápění a větrání, MAXXI–THERM, spol. s r.o.
- [2] Zumtobel Lighting s.r.o.

english synopsis

"OTAZNÍK" – first administrative building in the passive energetic standard in Czech Republic

The article presents an architectural, structural and technological design of a building designed in the passive energetic standard. The house was designed as the company's headquarters plus a training centre for the presentation of services and products for the construction of passive buildings. The concept of the house is in line with the company's philosophy targeted at energy savings, as a sample building in the passive energetic standard.

klíčová slova:

školicí středisko energetických úspor INTOZA, budova v pasivním energetickém standardu

keywords:

INTOZA energy savings training centre, building in the passive energetic standard

odborné posouzení článku:

Ing. arch. Josef Smola, autorizovaný architekt