

MODULÁRNÍ VÝSTAVBA JAKO ZPŮSOB ŘEŠENÍ STAVEB OBČANSKÉ VYBAVENOSTI

MODULAR CONSTRUCTION AS A FORM FOR BUILDING CIVIC AMENITIES

Bc. Petr Slavík

Katedra regionálního rozvoje
Vysoká škola regionálního rozvoje a Bankovní institut - AMBIS
Lindnerova 575/1, Praha 8 - Libeň
e-mail: petr.slavik@mail.ambis.cz

Klíčová slova:

občanská vybavenost, školské stavby, modulární výstavba, klasická (zděná) výstavba, Rychnov u Jablonce nad Nisou

Keywords:

community facilities, school buildings, modular construction (off site building), classical brick construction (in site building), Rychnov u Jablonce nad Nisou

Abstrakt:

Článek se věnuje oblasti občanské vybavenosti, která hraje důležitou roli v rozvoji měst i obcí a jejíž potřeba je stále aktuální téma a je zaměřen na otázku řešení staveb občanské vybavenosti prostřednictvím modulární výstavby, jakožto alternativní formy řešení tradiční klasické zděné výstavby. Článek se věnuje charakteristice a podstatě modulární výstavby a analyzuje její vhodnost pro realizaci občanských staveb. Dále v porovnání s klasickou výstavbou definuje a hodnotí pozitiva a negativa modulární výstavby na konkrétním příkladu stavby mateřské školy ve městě Rychnov u Jablonce nad Nisou.

Abstract:

The purpose of this article is to focus on the field of community facilities, which plays an important role in the development of towns as well as municipalities and the need for which is still topical. The content of the article is concentrated on the solution of community facilities buildings through modular construction as an alternative form of solution for the classic brick construction. The article is focused on characteristics and essence of modular construction and analyzes its suitability for the community buildings realization. Furthermore, in comparison with classical construction, thesis defines and evaluates advantages and disadvantages of modular construction on a certain example of kindergarten building in the town of Rychnov u Jablonce nad Nisou.

Úvod

Potřeba občanské vybavenosti byla, je a bude vždy aktuální téma. Proto je dnes v každé obci či městě určitá úroveň občanské vybavenosti, která je reprezentována stavbami, jejichž účel je dotvářen architekturou a jejím uměleckým slohem. Vlivem tradice a konzervativních důvodů ještě dnes převládá výstavba těchto budov klasickým způsobem, tj. zděním tzv. „mokrou cestou“, jejímž základem jsou železobetonové konstrukce, které jsou pevně a trvale spojeny

se zemí. V průběhu času se ale vyvinuly i alternativní metody výstavby, které dokáží plnit stejný účel jako klasické zděné stavby. Jednou z takových metod je modulární výstavba, která v našich současných podmínkách ještě není moc rozšířena. Modulární výstavba spočívá v přesné strojové výrobě (prefabrikaci) obytných nebo sanitárních jednotek (3D modulů), které už samy o sobě mohou tvořit funkční celek, nebo je možné jednotlivé moduly spolu variabilně kombinovat. Samozřejmě jak klasická, tak modulární výstavba mají své výhody a nevýhody.

Zásadní rozdíly modulární výstavby oproti klasické jsou v tom, že samotné moduly vznikají ve výrobní hale u dodavatele a na staveništi jsou přivezeny už připravené k finálnímu „poskládání“ a pro jejich usazení je na staveništi dle konkrétních podmínek nutno připravit pouze základové pasy nebo patky. Výroba samotných modulů tak může probíhat již v době, kdy se paralelně vyřizují veškeré legislativní a administrativní náležitosti spojené se stavbou. Dalším podstatným rozdílem je mobilita modulárních staveb, jež spočívá v možnosti jejich rozebrání, přemístění a opětovném využití. Samozřejmě se najdou ještě další rozdíly a z nich pramenící pozitiva i negativa. Cílem tohoto článku bude zhodnocení pozitiv a negativ modulární výstavby jako staveb občanské vybavenosti na příkladu vybrané stavby pro školství.

Práce na článku byla založena na kombinaci metod analýzy textů a metodě kvalitativního výzkumu prostřednictvím případové studie vybrané konkrétní stavby. Základním zdrojem dat byly informace a materiály poskytnuté městským úřadem Rychnova u Jablonce nad Nisou a data z vlastního terénního šetření.

1. Modulární výstavba

Základní kompoziční jednotkou modulární výstavby je modul. Krasický (1981) definuje modul jako „smluvenou délkovou jednotku“, která slouží jako podklad pro rozměrovou koordinaci ve výstavbě, tj. typizaci stavebních prvků, o rozměrech podřízených jednotnému měřítku. Tím se umožní jejich prefabrikace přesnou strojovou výrobou a tím i dosažení vyšší produktivity práce. Snahou vytvořit ideální architektonické proporční měřítko sladěním měřítka lidského těla s měřítkem konvenčním (tzv. „zlatým řezem“) se již zabýval Le Corbusier ve svém celoživotním díle „Modulor“, čímž dal vzniknout dnešnímu modulu. (Haas, 1978)

Modul je ve stavebnictví tedy pevně daná rozměrová jednotka, jejíž dodržování nám zaručuje výslednou přesnost, řád a jistotu, že jednotlivé části (moduly) nám spolu vytvoří jeden funkční celek. Takovým základním stavebním modulem může být chápána např. i cihla, jako sériově vyráběná stavební jednotka. V pojetí modulární výstavby tak modul znamená jeden typizovaný kontejner (3D modul), který již sám o sobě může tvořit jeden funkční celek. Modulární architektura pak představuje samotné stavby zhotovené ze standardizovaně vyrobených 3D modulů, což umožňuje zásadní urychlení procesu výstavby při zachování vysokého standardu kvality. (Kout a kol., 2017)

Modulární výstavba, či modulární architektura může být ale pro mnohé ještě dnes pouze abstraktní pojem, pod kterým si nedokáží představit nějaký konkrétní obraz. Obecně je pro modulární výstavbu spíše zažitý pojem „kontejnerová výstavba“, nebo též přirovnání k tzv. „stavebním buňkám“ vyráběným u nás v období socialismu. Ani v jednom případě sice nejde o přesný profilový výraz, ale o pouhé povrchní označení, i když je nutné uznat, že jak

přepavní kontejnery, tak stavební buňky jsou s dnešní modulární výstavbou velmi úzce spjaty, jelikož jsou nedílnou součástí její historie. Současná modulární architektura je založena na přesné strojové výrobě (prefabrikaci) 3D modulů (obytných nebo sanitárních jednotek) o standardizovaných rozměrech ve výrobních halách a možnosti jejich variabilního, kapacitně flexibilního a funkčního uspořádání v prostoru podle účelu a požadavků uživatelů stavby a to buď dočasně, nebo trvale. Toto vše probíhá s velkým důrazem na ekonomickou i environmentální stránku věci.

Otázkám modulární výstavby se v teoretické rovině věnuje relativně málo autorů. O produktech modulární architektury píše např. Schuh, Rudolf a Vogels (2014). Většina autorů pak diskutuje zejména její výhody jako např. Silva a Campos (2019) nebo Kim a Moon (2019), kteří se soustřeďují na environmentální výhody či Dudchenko, Kostina a Myronenko (2019), kteří naopak diskutují výhody ekonomické. Obecně lze konstatovat, že se modulární výstavba těší zájmu spíše v praktické – aplikační rovině, než v rovině teoretické, a proto má smysl ji blíže studovat a o ní šířejí informovat.

2. Vhodnost modulární výstavby

Obecně lze konstatovat, že použití modulární výstavby je vhodné pro stavby, u nichž se uplatní její přednosti, tj. zejména mobilita, flexibilita, variabilita, přesnost, odolnost a stabilita, environmentalita, rychlost výstavby nebo její cenová dostupnost, a to ať již se z časového hlediska jedná o potřebu staveb trvalých, nebo dočasných. Především pak v případech, kde již od začátku záměru existuje reálný předpoklad, že bude nutné stavbu, vzhledem k jejímu účelu, v průběhu času kapacitně upravovat nebo ji přemísťovat dle aktuálních potřeb a podmínek.

Pro účel posuzování vhodnosti modulární výstavby pro jednotlivé typy staveb občanské vybavenosti je nutné si nejprve definovat kritéria.

2.1. Definování kritérií vhodnosti

Atributy modulární výstavby společně s konstrukčními (technickými a architektonickými) limity modulů pak vzhledem k charakteru, účelu a nárokům jednotlivých druhů staveb občanské vybavenosti, můžeme chápat jako kritéria vhodnosti modulární výstavby pro realizaci těchto staveb. Při procesu posuzování chápeme, že jednotlivé atributy i limity mohou mít ve vztahu k posuzovanému typu stavby rozdílnou míru důležitosti i dominance a mohou stát jak samostatně, tak i variabilně spolu s dalšími. V praxi, tj. ve skutečných konkrétních případech (záměrech stavby), je pro posouzení vhodnosti použití modulární výstavby nutné do tohoto vzorce zařadit ještě další důležité kritérium, kterým jsou regulativy stanovené platným územním nebo regulačním plánem pro danou lokalitu (např. památková zóna, atd.) a dané terénní podmínky (např. záplavová oblast, svažitosť pozemku, atd.).

Kout a kol. (2017) uvádí, že dominantním tématem odborných diskuzí o současných trendech ve stavebnictví je také „šetrnost“ staveb, neboli tzv. „trvale udržitelná architektura“, kde je nutné chápat šetrnost staveb ve všech svých aspektech, tj. nejen z hlediska technických parametrů budov, např. síla tepelné izolace, apod., ale zejména z hlediska jejich celého životního cyklu, výrobou/výstavbou počínaje, dále přes provozní období, až po jejich zánik a likvidaci. I v tomto ohledu se dá říci, že právě modulární architektura vzhledem ke svým vlastnostem může naplňovat představu trvale udržitelných staveb a nacházet tak stále širší

uplatnění, nicméně nesmíme zapomínat, že i modulární architektura má své limity, a to jak technické, tak i architektonické, proto se pro některé stavby nehodí.

Mezi její technické limity patří zejména standardizované rozměry 3D modulů. Sice je možné moduly vzájemně různě dispozičně kombinovat a propojovat, ale vždy se musíme pohybovat v rámci předem daných rozměrů utvářených součty či násobky obytných či sanitárních modulů. Délka, šířka i výška modulů zde mají svá maxima, která nejsou dána ani tak výrobními jako především přepravními důvody. Z hlediska posuzování vhodnosti pak asi nejdůležitější roli mezi rozměry hraje výška, která se pohybuje do cca 3 400 mm (respektive vnitřní výška do 2 700 mm), což brání např. výstavbě vyšších prostorově otevřených hal a sálů.

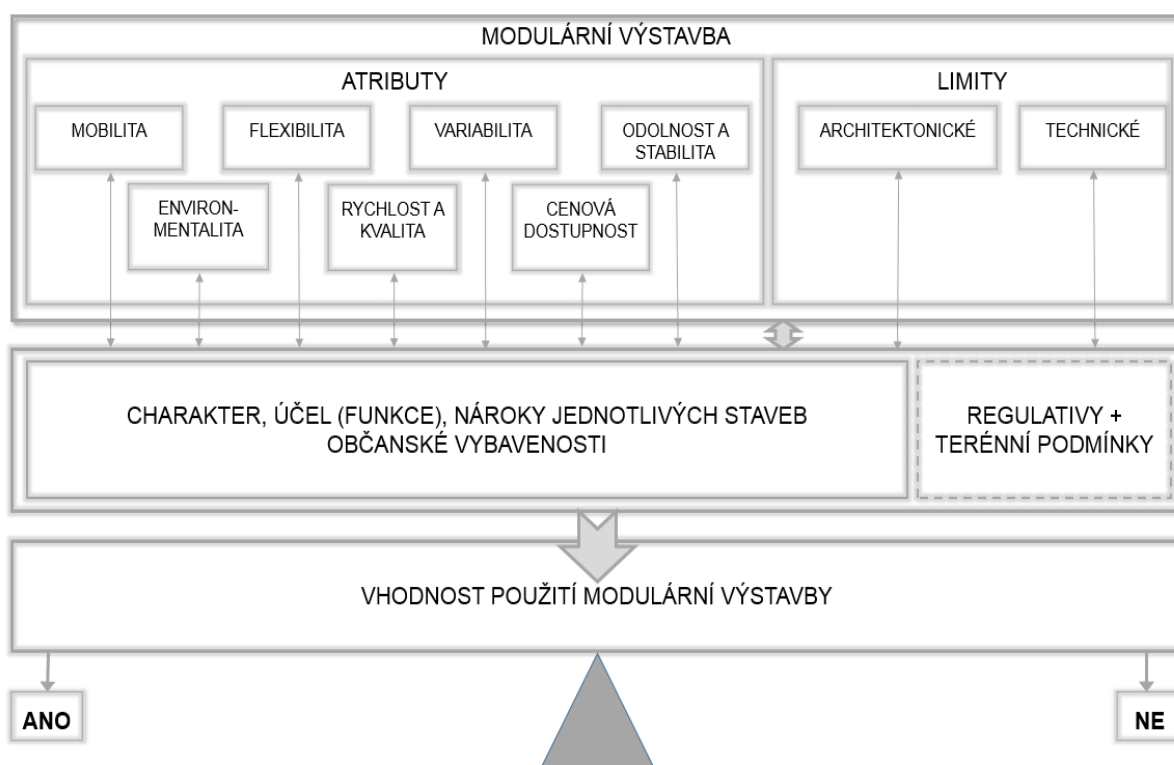
Za architektonické limity můžeme v tomto případě považovat v základu standardní industriální vzhled a přesné geometrické tvary modulů. Je sice pravdou, že dnešní technologie již umožňují opatřit i modulární stavby různými druhy fasád tak, že mohou být k nerozeznání od klasické výstavby, ale to má samozřejmě nepříznivý dopad na výši ceny stavby a tím i na její atraktivnost.

Atributy modulární výstavby představují podle Kouta a kol. (2017) a Pemové a kol. (2013) zejména:

- mobilita: snadná rozebíratelnost a přemístitelnost stavby,
- flexibilita: možnost rychlého prostorového přizpůsobení stavby změnám, tj. přidání či odebrání jednotlivých modulů dle potřeby,
- variabilita: možnost různě skládat moduly dle potřeb do funkčních celků,
- odolnost a stabilita: pevný samonosný ocelový rám modulů umožňující snadnou a opakovatelnou manipulaci, stohovatelnost i přepravu,
- environmentalita: recyklovatelnost stavby a její šetrnost vůči životnímu prostředí (není nutná základová deska, při realizaci či rozebírání/likvidaci stavby vzniká minimum odpadů, moduly lze znovu využít někde jinde, apod.),
- rychlost a kvalita: výroba modulů probíhá se strojovou přesností ve výrobních halách zpravidla hned od počátku záměru, tj. paralelně s vyřizováním administrativních a legislativních náležitostí + stavba je hned po realizaci připravena k používání (odpadají fáze vysychání / zrání stavby),
- cenová dostupnost: až o 15 – 30 % nižší pořizovací náklady oproti zděným stavbám.

Z výše uvedených informací můžeme sestavit určité schéma (vzorec), které pak pro účely tohoto článku použijeme jako paradigma posuzování vhodnosti modulární výstavby pro jednotlivé typy staveb občanské vybavenosti. Toto schéma vytvořené autorem je znázorněno v následujícím grafu.

Graf 1. Schéma posuzování vhodnosti modulární výstavby pro stavby občanské vybavenosti



Zdroj: zpracováno autorem

Pro řešení staveb mateřských či základních škol by modulární výstavba měla být vhodnější, než klasická zděná stavba. Pro zjištění, zda tomu tak opravdu je, je zapotřebí podrobněji prozkoumat vybraný skutečný případ, kde bude možné porovnat záměr výstavby modulární a klasickou cestou a na základě zjištěných informací zhodnotit pozitiva a negativa modulární výstavby.

3. Případová studie z Rychnova u Jablonce nad Nisou

Město Rychnov u Jablonce nad Nisou se nachází v Libereckém kraji a spadá do správní oblasti města s rozšířenou působností Jablonce nad Nisou, od něhož je vzdáleno vzdušnou čarou cca. 5 km jihozápadním směrem, od krajského města Liberce je pak vzdáleno cca. 11 km. Analýzou dokumentů poskytnutých městským úřadem Rychnova u Jablonce n. N., bylo zjištěno, že v roce 2008, na základě přírůstku obyvatel, včetně dětí předškolního věku, muselo vedení města řešit otázku navýšení kapacity mateřské školy, aby pro školní rok 2009/2010 pokryla přírůstek dětí předškolního věku a město tak současně splnilo povinnost, jež obcím ukládá Školský zákon. Konkrétně šlo o potřebu navýšení kapacity tehdejší mateřské školy o místo pro 40 dětí, tj. o dvě nová oddělení. Na základě těchto potřeb rozhodlo tehdejší zastupitelstvo města o navýšení potřebné kapacity prostřednictvím stavebně dispoziční změny stávající budovy mateřské školy, konkrétně střešní nástavbou její prostřední přízemní části v provedení klasické zděné výstavby. Proto v únoru 2008 nechalo zpracovat potřebnou projektovou dokumentaci k výstavbě střešní nástavby. (Rychnov u Jablonce nad Nisou, online)

Na základě zjištění na Úřadu města Jablonce nad Nisou bylo na základě zpracování projektové dokumentace na střešní nástavbu MŠ v prosinci 2008 stavením úřadem města zahájeno spojené územní a stavební řízení, ve kterém však jeden z dotčených účastníků vznesl námitky, kde nesouhlasil se zamýšleným rozšířením stávající budovy mateřské školy o nové nadzemní podlaží (respektive o mansardovou nástavbu) z důvodu předpokládaných negativních dopadů výsledné stavby na jeho nemovitost a způsob jejího dosavadního používání (podrobnosti vznesených námitek nejsou pro účely této případové studie důležité, proto se zde neuvádějí). Jelikož se přes veškeré snahy nepodařilo najít uspokojivé řešení vznesených námitek, které by změnilo nesouhlasné stanovisko dotčeného účastníka a vše vedlo jen k časovým průtahům celé anabáze, tak bylo ze strany města od tohoto záměru prozatím upuštěno.

Z důvodu již značné časové ztráty a naléhavé potřeby rychle vyřešit daný problém, přistoupilo tehdejší vedení města k rozhodnutí vystavět nový objekt mateřské školy v rozsahu dvou oddělení o celkové kapacitě 40 dětí na pozemku, který je ve vlastnictví města a sousedí se severozápadní částí pozemku se zahradou stávající mateřské školy, prostřednictvím modulární výstavby. Vedení města tedy nechalo v dubnu 2009 vypracovat novou projektovou dokumentaci, v květnu 2009 bylo stavebním úřadem zahájeno nové územní řízení, v červnu 2009 bylo uděleno rozhodnutí o umístění stavby, v červenci 2009 proběhlo stavební řízení, 10. srpna 2009 bylo uděleno stavební povolení, následně proběhly stavební úpravy na staveništi (úprava terénu, výstavba opěrné zdi, přivedení inženýrských sítí a výstavba základových pasů pro moduly), paralelně s tím probíhala výroba modulů u dodavatele fy. KOMA MODULAR s.r.o. ve Vizovicích a vzápětí byla realizována výstavba pavilonu s dvěma novými odděleními mateřské školy celkem z 12 modulů, 23. září 2009 byl vydán kolaudační souhlas a objekt byl uveden do provozu.

V obou případech jde o projekty plně respektující platný územní plán Města Rychnova u Jablonce nad Nisou a místo jejich realizace se nenachází v žádné zvláště chráněné lokalitě (památkové zóně, chráněném území dle zákona č. 114/1992 S. o ochraně přírody a krajiny, apod.). Níže následuje podrobnější rozbor obou záměrů.

3.1. Záměr nástavby mateřské školy klasickou výstavbou

Požadované rozšíření kapacity mateřské školy bude provedeno střešní nástavbou v podobě mansardové střechy nad střední přízemní částí stávajícího objektu MŠ, jehož půdorys je složený ze tří zděných částí. Pravá krajní část stávajícího objektu má dvě podlaží a je tvořena dvěma odděleními pro děti, prostřední část je jednopodlažní (přízemní) rozdělená na jedno oddělení pro děti a hospodářskou část, levá krajní část je atypická, má dvě podlaží a nachází se zde jedno oddělení pro děti se zázemím. Všechny tři části objektu jsou zakončeny rovnou střechou s asfaltovou lepenkovou krytinou. Objekt se nachází v klidné okrajové části města v poměrně rovinném terénu, který se v západní části pozemku svažuje směrem na jihozápad.

Střešní nástavbou zde vzniknou dvě nová samostatná oddělení, každé pro 20 dětí. Zastřešení nástavby v rozsahu půdorysu celé střední části objektu bude provedeno mansardovou střechou s vrchním sklonem 15° a bočním sklonem 80° a krytinou z profilových velkoplošných pásů z eloxovaného hliníku. Konstrukce krovu mansardové střechy bude tvořena sedlovými dřevěnými vazníky doplněných zavětrováním a s dvojitým lat'ováním pod krytinou. (daniel&folc, 2008)

Obvodové zdivo střešní nástavby je navrženo z pórobetonových tvárnic o tloušťce 375 mm (vyztužené ocelovými sloupky navazující na sloupky 1. podlaží) a bude zakončeno železobetonovým věncem. Vnitřní nenosné příčky budou zhotoveny ze sádkartonových desek na kovových roštech se zvukovou izolací. Pro WC a umývárny budou použity voděodolné sádkartonové desky obložené keramickým obkladem a sanitární technika adekvátních rozměrů. Fasáda zůstane zachována, tj. zateplovací kontaktní systém s natahovanou škrábanou omítkou v barevném provedení. Rozvody inženýrských sítí nástavby budou napojeny na stávající objekt. Společný vstup do obou oddělení střešní nástavby bude zajištěn prostřednictvím nového vnějšího dvouramenného schodiště a spojující lávky, obojí uzavřeného proti povětrnostním vlivům. (daniel&folc, 2008)

Obrázek 1. Střešní nástavba MŠ v Rychnově u Jablonce n. N. – zázrak – čelní pohled



Zdroj: daniel&folc, 2008

Parametry stavby, lhůta a cena výstavby

Předpokládaná lhůta pro provedení stavby:	2 roky
Zastavěná plocha střešní nástavby MŠ:	509,35 m ²
Obestavěný prostor střešní nástavby MŠ:	2 240 m ³
Výška hřebene od úrovně I. nadzemního podlaží:	8,20 m
Kapacita a počet nových oddělení MŠ:	40 dětí / 2 oddělení
Předpokládané rozpočtové náklady stavby v Kč:	11 675 000,- (daniel&folc, 2008)
Projekt by měl být financován pouze z rozpočtu města bez čerpání dotací či jiných subvencí.	

3.2. Realizace mateřské školy modulární výstavbou

Projekt navrhuje nový jednopodlažní objekt mateřské školy se dvěma odděleními, který bude umístěn na pozemku severozápadně od stávajícího objektu mateřské školy, který sousedí s pozemky, jenž jsou ve vlastnictví města nebo Pozemkového fondu České republiky. Objekt (pavilon) na půdorysu protáhlého obdélníku bude mít dvě symetrická křídla, každé pro jedno oddělení a v čelní stěně orientované na jih vystupující rizalit, kde bude umístěn společný vstup. Pavilon bude sestaven z 11 prefabrikovaných modulů (kontejnerů) o rozměrech 3,0 x 7,5 m a jednoho modulu o rozměrech 3,0 x 9,0 m tvořící zmíněný rizalit, vše z produktové řady „Standard Line“ od výrobce KOMA MODULAR s.r.o. Všechny použité moduly mají ocelovou nosnou konstrukci a sendvičově uspořádané stěny, podlahu i strop s minerální tepelnou izolací a vnitřním povrchem z laminované dřevotřísky. Vnější plášť (fasáda) bude zhotoven z tvarovaných ocelových plechů se svislou vlnou doplněnou atikou opatřený odolným nátěrem ve třech barevných odstínech k odlišení dvou oddělení a vstupního rizalitu. Okna budou plastová zasklená izolačním dvojsklem opatřena bezpečnostním otevíráním. Celý

objekt bude z důvodu možného vyššího zatížení sněhem zastřešen ocelovou střešní konstrukcí. (Novotný, 2009)

Pro usazení objektu bude upravena rovná plocha, zapuštěná do mírně svažitého terénu, která bude na severní a východní straně ohraničena opěrnou stěnou z betonových tvárnic, vylitých betonem s ocelovou výztuží, kopírující výšku okolního terénu. Moduly budou usazeny na základové betonové pasy a patky a lícový sokl nad terénem bude zhotoven ze štípané betonové tvarovky. (Novotný, 2009)

Obrázek 2. *Pavilon MŠ Rychnov u Jablonce n. N. – modulární výstavba*



Zdroj: foto autor, 2018

Objekt bude napojen na přípojky inženýrských sítí k objektu stávající mateřské školy, všechny vnitřní rozvody budou již součástí dodaných modulů. Přístupový chodník k pavilonu bude zhotoven z betonové zámkové dlažby s protiskluzovou úpravou a napojen na obslužnou komunikaci objektu stávající MŠ.

Parametry stavby, lhůta a cena výstavby

Předpokládaná lhůta pro provedení stavby:	44 dní
Zastavěná plocha jednopodlažního pavilonu MŠ:	275 m ²
Obestavěný prostor jednopodlažního pavilonu MŠ:	900 m ³
Výška objektu:	3,00 m
Kapacita a počet nových oddělení MŠ:	40 dětí / 2 oddělení
Předpokládané rozpočtové náklady stavby v Kč:	5 000 000,- (Novotný, 2009)
Projekt by měl být financován pouze z rozpočtu města bez čerpání dotací či jiných subvencí.	

4. Zhodnocení pozitiv a negativ modulární výstavby

Jak již bylo výše uvedeno, je cílem článku zhodnocení pozitiv a negativ modulární výstavby na konkrétním případě stavby pro školství v porovnání s klasickou zděnou výstavbou. Pro porovnání případů a následné zhodnocení pozitiv a negativ modulární výstavby budou použita data z výše uvedené případové studie.

V oblasti metod vyhodnocování kvalitativního výzkumu Hendl (1997) uvádí, že kvalitativní analýza musí být podložena určitou představou, tj. jejím cílem, který může být zase podložený nějakou teorií (tvrzením). Dále uvádí, že u provádění kvalitativní analýzy či studie

se mimo jiné doporučuje rozdělení hlavních faktorů (informací) do několika kategorií, které mají jasnější a robustnější význam a současně sledovat a porovnávat jednotlivé rozdíly případů. Při porovnávání případů u studie se každý případ nejprve analyzuje zvlášť, pak následuje jejich srovnání, kdy se v jednotlivých případech výzkumník snaží globálně vidět procesy a produkty (rozdíly) a porozumět, jak jsou určeny místními kontextuálními podmínkami. (Hendl, 2005)

Na tomto základě může v daném případě jako podpůrná teorie sloužit tvrzení Pemové a kol. (2013), že *modulární výstavba je rychlejší, kvalitnější a cenově výhodnější než klasická zděná výstavba*. Vyšší rychlost výstavby je zde dána tím, že převážná většina (uvádí až 90 %) všech činností se odehrává ve výrobní hale, prakticky již v souběhu s vyřizováním administrativních a legislativních náležitostí spojených se stavbou, a také možností okamžitého užívání stavby, aniž by bylo třeba ji nechat vyschnout (vyzrát). Patří sem i fakt, že pro modulární stavby není třeba pořizovat základovou desku, ale postačí jen základové pasy nebo patky. Vyšší míra kvality je dána tím, že výroba probíhá strojově za stálých klimatických podmínek a za dodržení standardizovaných kontrolních procesů (podobně jako např. při montáži automobilů). Finanční výhoda pak spočívá jednak ve vlastní metodě výstavby (díky prefabrikaci je výhodnější o 15 – 30 %) a dále v nižších nákladech na základy stavby. Pemová a kol. (2013) dále řadí mezi výhody modulární výstavby možnost jednotlivé moduly ze stavby odebírat či přidávat dle aktuální potřeby (tj. kapacitní flexibilitu stavby), nebo možnost stavbu dokonce přesouvat tam, kde jí je třeba (tj. mobilitu stavby). Kout a kol. (2017) doplňuje výhody modulární výstavby ještě o odolnost a stabilitu, umožňující snadnou manipulaci, přepravu a stohovatelnost modulů. Dále o environmentalitu, danou především recyklovatelností stavby a její šetrností k životnímu prostředí, a také o variabilitu, tj. možnosti jednoduše skládat moduly do různých funkčních celků.

Tyto definované výhody je třeba při posuzování případů brát v potaz spolu s nároky kladenými na vybrané stavby, které jsou z jedné části dané legislativou (normy, vyhlášky, atd.), tj. musí být splněny za všech okolností a jsou neměnné, z druhé části pak aktuální potřebou, okolními podmínkami, záměrem a možnostmi města, které jsou do jisté míry proměnné. Tyto nároky bychom mohli pro účely posuzování daných případů stručně shrnout takto:

a) u původního záměru - klasická výstavba - začátek únor 2008:

- navýšení kapacity mateřské školy o 40 dětí (dvě nová oddělení),
- prostřednictvím střešní nástavby přízemní části stávajícího objektu MŠ,
- klasickou zděnou výstavbou,
- pro školní rok 2009 / 2010, dle projektové dokumentace plánované dokončení stavby v průběhu 2 let,
- bez zvláštních nároků na provoz, např. bezbariérovost, apod. (Slavík, 2019)

b) u realizovaného záměru - modulární výstavba – začátek duben 2009:

- navýšení kapacity mateřské školy o 40 dětí (dvě nová oddělení),
- výstavba nového pavilonu funkčně přidruženého ke stávajícímu objektu MŠ,
- modulární výstavbou,
- pro školní rok 2009 / 2010, tj. na kompletní realizaci včetně všech řízení zbývalo cca. 5 měsíců,
- bez zvláštních nároků na provoz, např. bezbariérovost, apod. (Slavík, 2019)

4.1. Pozitiva modulární výstavby

Dále jsou uvedena pozitiva, jimiž modulární výstavba disponuje, a zároveň v daném případě došlo k jejich skutečnému (aktivnímu) využití:

- jednodušší konstrukční řešení stavby se zajištěnou kvalitou zpracování. Jednotlivé moduly byly sestaveny z ocelového nosného rámu a sendvičově uspořádaných stěn ve výrobní hale u jednoho dodavatele, vše provedené standardizovanými procesy za stabilních podmínek s deklarovanou úrovní kvality zpracování, tj. bez působení nežádoucích vlivů, které mohou ovlivnit výslednou kvalitu stavby. Jedná se o vlivy, které se u klasické výstavby nedají vyloučit, nebo jsou pro ni přímo typické, jako např. nepřízeň počasí v průběhu stavby, vícero různých dodavatelů (specializovaných řemeslných firem: zedníci, tesaři, pokrývači, topenáři, instalatéri, elektrikáři,...) s různou úrovní kvality, jednotlivé fáze zrání (vysychání) stavby, apod.;
- komplexnost výroby (výstavby). Firma KOMA MODULAR s.r.o. zde působila jako univerzální dodavatel a garant kvality celé stavby, čímž zde také odpadla rizika časových průtahů, či finančních vícenákladů. Samotné moduly již z výroby obsahovaly veškeré rozvody, instalace, izolace, dveřní i okenní ostění, sanitární i technické vybavení a byly v podstatě jako kompletní hotové výrobky dodány firmou přímo na staveniště. Po usazení a propojení modulů proběhlo jen napojení stavby na přípojky inženýrských sítí a finální úprava interiérových povrchů (výmalba a pokládka linolea a koberců) a instalace nábytku. Ihned poté byla stavba připravena k používání;
- usazení modulů pouze na betonové pasy a patky. Nebylo nutné zřizovat základovou desku, což s sebou nese jak finanční a časovou úsporu, tak do jisté míry i nižší dopad na životní prostředí;
- rychlost výstavby zde patřila mezi zásadní pozitivní rozdíly oproti klasické výstavbě. Moduly se začaly vyrábět již souběžně s vyřizováním ostatních náležitostí, čímž se celý proces stavby zásadně urychlil, dále pak samotná výstavba (vzájemné poskládání modulů) byla velmi rychlá a vzhledem ke komplexní technologii výroby modulů bylo možné stavbu po jejím sestavení okamžitě používat. V daném případě z důvodu časové ztráty vlivem komplikací u předchozího záměru zůstalo po udělení stavebního povolení na realizaci přibližně 44 dní, během nichž se podařilo stavbu zrealizovat včetně kolaudace;
- cena stavby. V daném případě byla cena modulární stavby v přepočtu na m² v porovnání s cenou klasické výstavby o cca. 20,5 % nižší, tj. potvrdil se předpoklad úspory nákladů v rozmezí 15 – 30 % oproti klasické výstavbě;
- nižší zatížení životního prostředí i okolí stavby. Z důvodu použité technologie výstavby vzniklo ze stavební činnosti jen velmi malé množství odpadu a také nižší a pouze krátkodobé zatížení okolí prašností a hlukem. Pouze vznikla potřeba odvezení většího množství nekontaminované zeminy, která se v tomto případě v zásadě nedala považovat za odpad. (Slavík, 2019)

Níže je uveden výčet pasivních (potenciálních) pozitiv dané stavby, která sice nebyla dosud využita, ale lze je považovat za určitou „přidanou hodnotu“ stavby:

- bezbariérovost objektu. Přestože na stavbu nebyl vznesen požadavek bezbariérového přístupu, tak jím je objekt z důvodu standardizovaného technického provedení modulů vybaven;
- kapacitní flexibilita. V případě potřeby je možné stávající objekt (pavilon) jednoduše a rychle rozšířit přidáním odpovídajícího počtu modulů;
- mobilita stavby. V případě, že by objekt již nebylo třeba dále využívat jako mateřskou školu, je možné moduly přemístit a využít pro jiné účely nebo je odprodat. (Slavík, 2019)

4.2. Negativa modulární výstavby

V daném případě lze za negativa (negativně vnímatelné rozdíly) považovat:

- nutnost zastřešení objektu zesílenou ocelovou konstrukcí z důvodu nedostatečné standardní odolnosti stropní části modulů vůči možnému vyššímu zatížení sněhem, což samozřejmě mělo dopad na vyšší ceny stavby;
- nutnost použití autojeřábu pro usazení modulů Ve srovnání s klasickou výstavbou je potřeba jeřábu pro modulární výstavbu základní premisou neboli zásadním faktorem ovlivňující realizovatelnost stavby, tj. jinými slovy pokud by staveniště nebylo přístupné nebo znemožňovalo použití jeřábu či jiné alternativní těžké techniky pro manipulaci s moduly, tak není možné stavbu realizovat modulární výstavbou;
- industriální vzhled stavby. Z architektonického hlediska nepůsobí daná stavba mateřské školy nikterak honosně, nutno však dodat, že tento aspekt není zásadní pro účel a funkci stavby a ani z urbanistického hlediska neplní stavba roli dominanty;
- nižší prostorový komfort pro děti i učitelky v porovnání s projektem klasické zděné stavby, kde byla užitná plocha téměř dvojnásobná a dispozičně umožňovala oddělit hernu od ložnice. Nový pavilon sice dle legislativy splňuje předepsaný prostor 4 m² / dítě, ale jelikož část plochy herny musí současně sloužit jako ložnice, tak je organizace činností běžného dne v mateřské škole o něco složitější / náročnější z důvodu každodenní manipulace s lehátky;
- náročnější přeprava modulů než klasického stavebního materiálu. Rozměry modulů i způsob jejich přepravy od výrobce až na staveniště bylo nutno zohlednit již při projektování stavby, v tomto případě šlo celkem o 12 kusů. V daném případě byly do Rychnova u Jablonce nad Nisou moduly přepraveny z Vizovic u Zlína, kde sídlí a má výrobní firma KOMA MODULAR s.r.o., tj. moduly bylo nutné přepravit po trase dlouhé přes 400 km, což obnáší vyšší logistickou i cenovou náročnost než u klasického stavebního materiálu, který by byl třeba pro stavbu střešní nástavby MŠ. (Slavík, 2019)

Závěr

Na základě informací získaných z odborné literatury, z volně dostupných zdrojů i vlastního šetření, bylo autorem sestaveno schéma (paradigma) posuzování vhodnosti modulární výstavby pro realizaci jednotlivých typů občanských staveb, kde atributy a limity modulární výstavby stojí na straně jedné a nároky a požadavky na stavby občanské vybavenosti pramenící z jejich funkce a účelu na straně druhé. Při samotném procesu posuzování vhodnosti užití modulární zástavby je nutno brát v potaz, že jednotlivé atributy i limity modulární výstavby mohou mít ve vztahu k posuzovanému typu občanské stavby různou míru důležitosti i dominance a mohou stát jak samostatně, tak i variabilně spolu s dalšími kritérii. Nutno dodat, že v praxi je pro posouzení reálného záměru stavby občanské vybavenosti potřeba toto schéma rozšířit ještě o další důležitá kritéria, kterými jsou regulativy stanovené platným územním nebo regulačním plánem pro danou lokalitu a dané terénní podmínky.

Na základě porovnání byla v daném případě definována jednotlivá negativa a pozitiva, která byla dále rozdělena do dvou kategorií, na „aktivní“, tj. v daném případě skutečně využitá a na „pasivní“, tj. potenciální dosud nevyužitá pozitiva.

Na základě výše uvedeného poznání můžeme konstatovat, že modulární výstavba může pro obce/města skutečně sloužit jako nástroj (forma) řešení staveb občanské vybavenosti, jelikož v porovnání s klasickou zděnou výstavbou snáze naplňuje pravidlo „3E“, tj. aby veřejné prostředky na pořízení stavby byly vynaloženy efektivně, účelně a hospodárně. Navíc v případech, kdy je nezbytné řešit potřebu některé z občanských staveb okamžitě a dočasně, by namísto trvalého pořízení stavby, mohlo vedení města/obce zvážit jen pronájem modulární stavby na potřebnou dobu, jak dnes již nabízí někteří dodavatelé modulárních staveb.

Při troše zamyšlení je v oblasti regionálního rozvoje možné o modulární výstavbě uvažovat i v souvislostech s řešením vyšších cílů, jakým je např. výrazné snížení škod na kritické infrastruktuře včetně zdravotnických služeb a vzdělávacích zařízení zvyšováním jejich resilience, který pramení ze Sendajského rámce pro omezování důsledků katastrof 2015 – 2030. Kde by modulární stavby občanské vybavenosti díky svým vlastnostem jako je snadná rozebíratelnost a mobilita a za využití systémů včasného varování (např. před povodňovou vlnou) mohly být včas rozebrány a odvezeny (evakuovány) do bezpečí mimo oblast ohroženou katastrofou a následně zase vráceny zpět. Taktéž by se dala modulární výstavba využívat v konceptech „SMART CITY“ při efektivním plánování měst a veřejné infrastruktury.

Použité zdroje:

DANIEL & FOLC, ARCHITECTURE | DESIGN | ART, 2008. *Střešní nástavba II. oddělení MŠ včetně venkovního schodiště*, Projektová dokumentace. Jablonec nad Nisou. Archiv městského úřadu Rychnova u Jablonce nad Nisou.

DUDCHENKO, M.YU., KOSTINA, E. K. a MYRONENKO, O. V. The development of modular architecture as an alternative to expensive housing in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 2019. Vol. 698, No. 3, 18 from International Scientific Conference on Construction and Architecture: Theory and Practice for the Innovation Development 2019, CATPID 2019; Kislovodsk 1. - 5. 10. 2019. ISSN: 17578981, DOI: 10.1088/1757-899X/698/3/033005.

- HAAS, Felix. *Architektura 20. století*, 1978. Praha: SPN. 645 s. Učebnice pro vysoké školy.
- HENDL, Jan. *Kvalitativní výzkum: základní metody a aplikace*, 2005. Praha: Portál. 407 s. ISBN 80-7367-040-2.
- HENDL, Jan. *Úvod do kvalitativního výzkumu*, 1997. Praha: Karolinum. 243 s. ISBN 80-7184-549-3.
- ING. OTAKAR NOVOTNÝ – STAVEBNÍ PROJEKCE. *Mateřská škola Rychnov u Jablonce nad Nisou: Dostavba dvou oddělení*, Projektová dokumentace 2009. Jablonec nad Nisou. Archiv městského úřadu Rychnova u Jablonce nad Nisou.
- KIM, Samyeon a Seung Ki MOON. Eco-modular product architecture identification and assessment for product recovery in *Journal of Intelligent Manufacturing*. 2019. Vol. 30, No. 1, pp. 383-403. eISSN: 1572-8145, DOI: 10.1007/s10845-016-1253-7.
- KOUT, Jiří a kol. *I KOMA Module: historie vzniku a současné tendence modulární architektury*, 2017. 2. vyd. Praha: ČVUT, 134 s. ISBN 978-80-01-06185-5.
- KRASICKÝ, Antonín. *Přehled typologie obytných a občanských staveb*, 1981. 3. vyd. Praha: SNTL - Nakladatelství technické literatury, 238 s.
- PEMOVÁ, Terezie a kol. *Soukromá a firemní školka od A do Z: jak založit a provozovat soukromé nebo firemní zařízení předškolní výchovy*. 2013 Praha: Grada Publishing. 167 s. ISBN 978-80-247-4699-9.
- RYCHNOV U JABLONCE NAD NISOU, oficiální webové stránky města. [online]. [cit. 2019-03-19]. Dostupné z: <http://www.rychnovjbc.cz/>.
- SCHUH, G., RUDOLF, S. A VOGELS, T. Development of modular product architectures in Schmitt, R. (ed.) *2nd ICRM 2014 International Conference on Ramp-up Management*. Vol. 20, pp. 120-125, Amsterdam: Elsevier Science BV 2014, ISSN: 2212-8271, DOI: 10.1016/j.procir.2014.05.042.
- SILVA, R.R.S.C. A CAMPOS, I.D.D. Advantages of modularity applied in architecture in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 2019. Vol. 603, No. 3, fro 4th World Multidisciplinary Civil Engineering-Architecture-Urban Planning Symposium, WMCAUS 2019; Prague 17.-19.6.2019. ISSN: 17578981, DOI: 10.1088/1757-899X/603/3/032019.
- SLAVÍK, Petr. *Modulární výstavba jako nástroj řešení staveb občanské vybavenosti*. [Bakalářská práce]. Vysoká škola regionálního rozvoje a Bankovní institut – AMBIS 2019.