

## THE IMPACT OF EXTENDING THE PRECAST PANEL HOUSE LOGGIA ON THE INDOOR ENVIRONMENT

Kristyna Schulzova<sup>1</sup>

Assoc. Prof. Dr. Daniela Bosova<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Czech Technical University, **Czech Republic**

<sup>2</sup> Czech Technical University, **Czech Republic**

### ABSTRACT

Neighborhoods of standardized concrete block buildings form a significant part of the post-socialist build heritage. It is very important to renovate the houses to suit the needs of the current user. The reconstructions typically affect the apartment layout (e. g. uniting the kitchen with the living room, bathroom renovation) and also the indoor environment (thermal insulation, window replacement, installing air conditioning units).

One of the alterations that has a major impact on both the apartment layout and the indoor environment is extending the loggia (the standard width is 1,2 meters). The construction companies offer several designs, enabling expansion ranging from 0,2 to 2,5 meters.

This article examines the possibilities of loggia extension on a specific example a mass housing neighborhood Velká Ohrada in Prague, built in the years 1988-1993 in the standard system VVU ETA (one of the most frequently used systems in the Czech Republic). The aim of this research is to determine the optimal width of the loggia. Several viewpoints are considered: the functionality of the layout and the indoor environment, particularly the interior lighting conditions and the overheating in summer.

The research proves that it is possible to extend the loggia of precast panel building enough to majorly improve the comfort level of the apartments (from the functional and overheating point of view) while still meeting the lighting requirements.

**Keywords:** precast panel house, loggia, indoor environment, daylight, insolation, overheating

### INTRODUCTION

Housing estates of prefabricated panel blocks form a significant part of the built heritage in the post-Soviet European countries. According to statistics, those houses make up 20 – 40 percent of the housing stock in the Eastern and Central Europe. In the Czech Republic, about ¼ of the inhabitants live in precast panel buildings [1].

The precast panel house neighbourhoods were designed to solve the housing crisis after the World War II and the goal of their construction was to build the maximum amount of apartments while still maintaining an acceptable level of user comfort.

Since their construction, the comfort level requirements have greatly evolved, especially on the thermal qualities and the apartment layout. It would be neither environmentally, nor economically responsible (or even possible) to simply replace the precast panel housing with new development and therefore various modifications are made to suit the needs of a contemporary user.

The reconstructions typically affect the apartment layout (e. g. uniting the kitchen with the living room, bathroom renovation) and also the indoor environment (thermal insulation, window replacement, installing air conditioning units). One of the alterations that has a major impact on both the apartment layout and the indoor environment is extending the loggia. The construction companies offer several designs, enabling expansion ranging from 0,2 meters (a welded metal structure, mounted on loggia, which compensates for the space lost by adding thermal insulation) up to 2,5 meters (a self-supporting steel or concrete structure). The aim of this research is to examine the impact of this adaptation on the apartments from several viewpoints: the functionality of the layout and the indoor environment, particularly the interior lighting conditions and the overheating in summer. The goal is to determine an optimal width of the loggia.

The possibilities of loggia extension are examined on a specific example of a mass housing neighbourhood Velká Ohrada in Prague. This complex was built in the years 1988-1993 in the standard system VVU ETA, which is one of the most frequently used systems in the Czech Republic. The complex consists of nine half-open blocks of apartments with seven floors. They are predominantly by two bedroom apartments (3+1 layout), complemented by a smaller number of one bedroom apartments (2+kk). As the two bedroom apartments don't have any loggias, the calculations in this article focus only on the two bedroom apartments (and of those, only on the rooms affected by the loggia extension – the kitchen and the living room).

There are three main layouts of the two bedroom apartment (Figure 1). The type C of the layout only appears in the two newest buildings in the two north-west blocks (as shown in Figure 2). The specific corner layouts are not taken into calculation, because of their more favourable situation – the living room is oriented parallel to the loggia, rather than perpendicular as is common in the other layout types, resulting in lesser room depth and therefore better lighting conditions.

In the housing complex, 15 apartments are selected for the calculation, covering the entire spectrum of possible situation: south, east and west orientation both into the courtyard (inside the block) and into the street (outside the block) for all three main types of apartment layout. The only exception is the apartments C, as there are no east oriented loggias (courtyard or street) or courtyard west oriented loggia for this layout. The north oriented loggias (which are used rather sparingly across in the housing complex) are not taken into calculation, as insolation and overheating are not an issue in those.

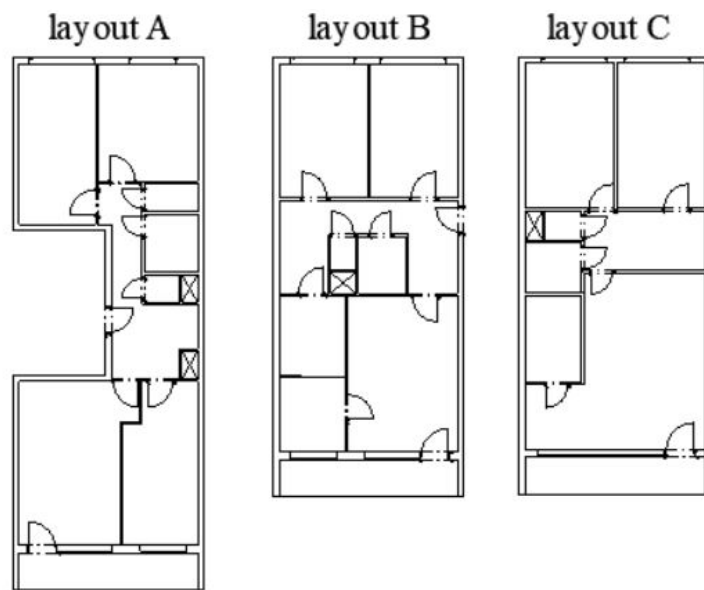


Figure 1 – Types of apartment layout

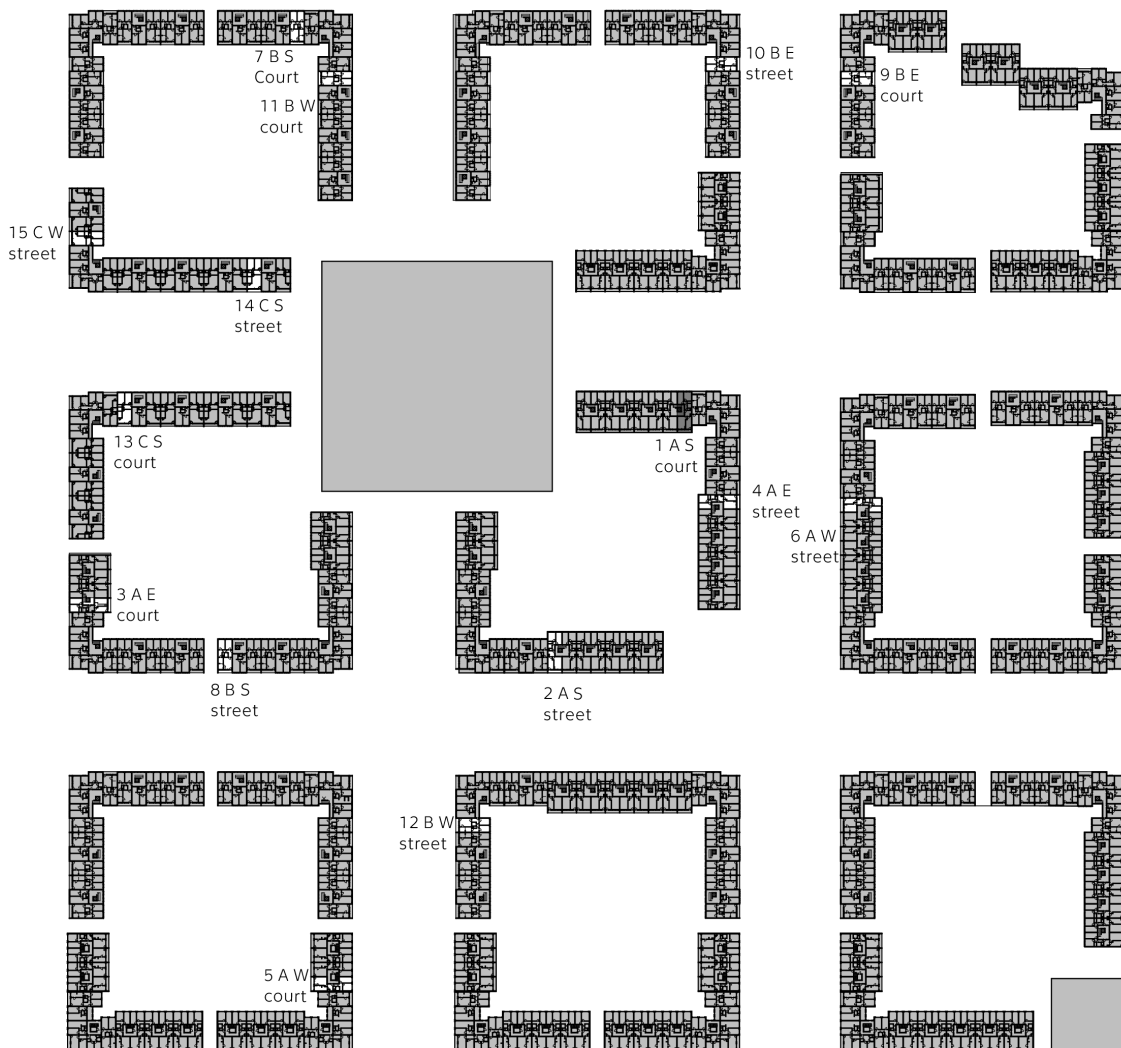


Figure 2 – Situation of the housing complex indicating the analyzed apartments

From the apartment layout point of view, the goal is to enable the use of the loggia as an additional living space. According to the technical norm ČSN 73 4305: Furnishing of flats, the area required for dining is 1400x2500 mm for two people and 1800x2500 mm for four people [3]. The standard loggia width, however, is only 1200 mm, which is further diminished by the addition of usually 100 to 150 mm of thermal insulation. It would therefore make sense to extend the loggia by at least 700-800 mm, as the two bedroom apartments are intended for families with two children. A minimum extension of 400 mm would allow a dining area for two people, which, while not ideal, majorly improves the comfort level of the apartment and is on par with the current residential development.

Previous research has already shown that the daylight (and in some cases, insolation) conditions can be majorly improved (thus allowing for a larger extension of the loggia) by demolishing the partition between the living room and the kitchen and replacing the opaque panel in the window with a clear one [2]. This modification is rather popular when renovating the apartments. Both variants (with and without the modification mentioned above) are calculated.

All the calculations consider adding 150 mm of thermal insulation to the façade and 200 mm of additional thermal insulation to the roof. The exchange of windows for ones with clear double glazing and insulating frames (the frame forms 34% of the opening area) is assumed.

For each of the 15 apartments, an extension varying from 200 mm (final width of the loggia is 1400 mm, 1250 mm after subtraction of the thickness of the thermal insulation) up to 1000 mm (final width of the loggia is 2200 mm, 2050 mm after subtraction of the thickness of the thermal insulation) is considered.

According to the previous research, the limiting factor for the width of the loggia is the daylight, rather than insolation, therefore, the daylight factor values are calculated in the apartments on the first floor (as that is the least favourable situation). The overheating of the apartments is considered separately for the apartments located on the top floor (directly under the roof and for apartments on the typical floor).

## **DAYLIGHT**

The principal comparative quantitative criterion for the daylight assessment is the total daylight factor  $D$  [%]:

$$D = D_s + D_e + D_i \quad (1)$$

where:  $D_s$  [%]...sky component

$D_e$  [%]...externally reflected component

$D_i$  [%]...internally reflected component [4]

The total daylight factor is assessed on a comparative plane, at a height of 850 mm above the floor under the assumption of the CIE winter sky overcast with a continuous layer of clouds and dark terrain.

The daylight calculations were performed in the software environment Building design using the computing module Wdls 5.0 – Daylight calculation [5].

## **Legislative requirements for daylighting in residential buildings**

The requirements of ČSN 730580-2 Daylighting in buildings - Part 2: Daylighting in Residential Buildings are: In rooms with side-lighting, in two reference points in the

middle of the room's depth, 1m from the interior surface of the side walls, the total daylight factor value must be at least 0.7% the furthest 3 m from the window and the mean value from both of these points must be at least 0.9%[6].

### Boundary parameters of the daylight calculation

For the calculation, the following parameters were used: the average reflection factor of internal surfaces  $\rho_m = 0.5$ , the reflection factor of the surrounding terrain  $\rho = 0.1$  for dark terrain.

The window openings are double-glazed with clear glass, the transmittance of window glass is  $\tau_{s,nor} = 0.846$ . The frame of the plastic eurowindows occupies 34% of the total area of the opening, therefore  $\tau_k = 0.66$ . The value of the pollution factor for internal pollution is  $\tau_{zi} = 0.95$  for a clean interior and for external pollution it is  $\tau_{ze} = 0.9$  for an area with average pollution.

**Table 1 – Daylight factor in the living rooms separate from the kitchen [%]**

extension	0		200		300		400		500	
loggia width	1200		1400		1500		1600		1700	
apartmen t	minimum	mean	minimum	mean	minimum	mean	minimum	mean	minimum	mean
1	0,8 / 0,7	0,8 / 0,9	0,7 / 0,7	0,8 / 0,9	0,7 / 0,7	0,8 / 0,9	0,7 / 0,7	0,7 / 0,9	0,7 / 0,7	0,7 / 0,9
2	0,9 / 0,7	0,9 / 0,9	0,8 / 0,7	0,8 / 0,9	0,8 / 0,7	0,8 / 0,9	0,7 / 0,7	0,8 / 0,9	0,7 / 0,7	0,8 / 0,9
3	0,9 / 0,7	0,9 / 0,9	0,8 / 0,7	0,8 / 0,9	0,8 / 0,7	0,8 / 0,9	0,7 / 0,7	0,8 / 0,9	0,7 / 0,7	0,8 / 0,9
4	0,9 / 0,7	0,9 / 0,9	0,8 / 0,7	0,8 / 0,9	0,8 / 0,7	0,8 / 0,9	0,8 / 0,7	0,8 / 0,9	0,7 / 0,7	0,7 / 0,9
5	1,1 / 0,7	1,1 / 0,9	1,0 / 0,7	1,0 / 0,9	1,0 / 0,7	1,0 / 0,9	0,9 / 0,7	0,9 / 0,9	0,9 / 0,7	0,9 / 0,9
6	0,9 / 0,7	0,9 / 0,9	0,8 / 0,7	0,8 / 0,9	0,8 / 0,7	0,8 / 0,9	0,7 / 0,7	0,8 / 0,9	0,7 / 0,7	0,8 / 0,9
7	1,0 / 0,7	1,1 / 0,9	1,0 / 0,7	1,0 / 0,9	0,9 / 0,7	0,9 / 0,9	0,9 / 0,7	0,9 / 0,9	0,9 / 0,7	0,9 / 0,9
8	1,1 / 0,7	1,1 / 0,9	1,0 / 0,7	1,0 / 0,9	0,9 / 0,7	1,0 / 0,9	0,9 / 0,7	0,9 / 0,9	0,9 / 0,7	0,9 / 0,9
9	1,1 / 0,7	1,1 / 0,9	1,0 / 0,7	1,0 / 0,9	0,9 / 0,7	1,0 / 0,9	0,9 / 0,7	1,0 / 0,9	0,9 / 0,7	0,9 / 0,9
10	0,9 / 0,7	1,0 / 0,9	0,9 / 0,7	0,9 / 0,9	0,8 / 0,7	0,8 / 0,9	0,8 / 0,7	0,8 / 0,9	0,7 / 0,7	0,8 / 0,9
11	1,1 / 0,7	1,1 / 0,9	1,0 / 0,7	1,0 / 0,9	1,0 / 0,7	1,0 / 0,9	1,0 / 0,7	1,0 / 0,9	0,9 / 0,7	0,9 / 0,9
12	1,1 / 0,7	1,1 / 0,9	1,0 / 0,7	1,1 / 0,9	1,0 / 0,7	1,0 / 0,9	0,9 / 0,7	1,0 / 0,9	0,9 / 0,7	1,0 / 0,9
13	2,2 / 0,7	2,4 / 0,9	2,0 / 0,7	2,2 / 0,9	2,0 / 0,7	2,0 / 0,9	1,9 / 0,7	1,9 / 0,9	1,6 / 0,7	1,7 / 0,9
14	2,2 / 0,7	2,4 / 0,9	2,0 / 0,7	2,2 / 0,9	2,0 / 0,7	2,0 / 0,9	1,9 / 0,7	1,9 / 0,9	1,6 / 0,7	1,7 / 0,9
15	2,2 / 0,7	2,4 / 0,9	2,0 / 0,7	2,2 / 0,9	2,0 / 0,7	2,0 / 0,9	1,9 / 0,7	2,0 / 0,9	1,6 / 0,7	1,7 / 0,9
extension	600		700		800		900		1000	
loggia width	1800		1900		2000		2100		2200	
apartmen t	minimum	mean	minimum	mean	minimum	mean	minimum	mean	minimum	mean
1	0,6 / 0,7	0,7 / 0,9	0,6 / 0,7	0,6 / 0,9	0,6 / 0,7	0,6 / 0,9	0,6 / 0,7	0,6 / 0,9	0,5 / 0,7	0,6 / 0,9
2	0,7 / 0,7	0,7 / 0,9	0,7 / 0,7	0,7 / 0,9	0,6 / 0,7	0,7 / 0,9	0,6 / 0,7	0,6 / 0,9	0,6 / 0,7	0,6 / 0,9
3	0,7 / 0,7	0,7 / 0,9	0,7 / 0,7	0,7 / 0,9	0,6 / 0,7	0,7 / 0,9	0,6 / 0,7	0,6 / 0,9	0,6 / 0,7	0,6 / 0,9
4	0,7 / 0,7	0,7 / 0,9	0,7 / 0,7	0,7 / 0,9	0,6 / 0,7	0,7 / 0,9	0,6 / 0,7	0,6 / 0,9	0,6 / 0,7	0,6 / 0,9
5	0,9 / 0,7	0,9 / 0,9	0,9 / 0,7	0,9 / 0,9	0,8 / 0,7	0,8 / 0,9	0,8 / 0,7	0,8 / 0,9	0,8 / 0,7	0,8 / 0,9
6	0,7 / 0,7	0,7 / 0,9	0,7 / 0,7	0,7 / 0,9	0,6 / 0,7	0,7 / 0,9	0,6 / 0,7	0,6 / 0,9	0,6 / 0,7	0,6 / 0,9
7	0,8 / 0,7	0,8 / 0,9	0,8 / 0,7	0,8 / 0,9	0,8 / 0,7	0,8 / 0,9	0,8 / 0,7	0,8 / 0,9	0,7 / 0,7	0,8 / 0,9
8	0,8 / 0,7	0,8 / 0,9	0,8 / 0,7	0,8 / 0,9	0,8 / 0,7	0,8 / 0,9	0,8 / 0,7	0,8 / 0,9	0,7 / 0,7	0,7 / 0,9
9	0,8 / 0,7	0,9 / 0,9	0,8 / 0,7	0,8 / 0,9	0,8 / 0,7	0,8 / 0,9	0,8 / 0,7	0,8 / 0,9	0,8 / 0,7	0,8 / 0,9
10	0,7 / 0,7	0,8 / 0,9	0,7 / 0,7	0,7 / 0,9	0,7 / 0,7	0,7 / 0,9	0,6 / 0,7	0,7 / 0,9	0,6 / 0,7	0,7 / 0,9
11	0,9 / 0,7	0,9 / 0,9	0,8 / 0,7	0,8 / 0,9	0,8 / 0,7	0,8 / 0,9	0,8 / 0,7	0,8 / 0,9	0,8 / 0,7	0,8 / 0,9
12	0,8 / 0,7	0,9 / 0,9	0,8 / 0,7	0,9 / 0,9	0,8 / 0,7	0,8 / 0,9	0,7 / 0,7	0,8 / 0,9	0,7 / 0,7	0,8 / 0,9
13	1,5 / 0,7	1,7 / 0,9	1,4 / 0,7	1,7 / 0,9	1,4 / 0,7	1,6 / 0,9	1,4 / 0,7	1,6 / 0,9	1,4 / 0,7	1,6 / 0,9
14	1,5 / 0,7	1,7 / 0,9	1,4 / 0,7	1,7 / 0,9	1,4 / 0,7	1,6 / 0,9	1,4 / 0,7	1,6 / 0,9	1,4 / 0,7	1,6 / 0,9
15	1,5 / 0,7	1,7 / 0,9	1,4 / 0,7	1,7 / 0,9	1,4 / 0,7	1,6 / 0,9	1,4 / 0,7	1,6 / 0,9	1,4 / 0,7	1,6 / 0,9

Table 2 – Daylight factor in the living rooms unified with the kitchen [%]

extension	0		200		300		400		500	
loggia width	1200		1400		1500		1600		1700	
apartmen t	minimum	mean	minimum	mean	minimum	mean	minimum	mean	minimum	mean
1	1,0 / 0,7	1,0 / 0,9	1,0 / 0,7	1,0 / 0,9	1,0 / 0,7	1,0 / 0,9	0,9 / 0,7	0,9 / 0,9	0,9 / 0,7	0,9 / 0,9
2	1,0 / 0,7	1,0 / 0,9	1,0 / 0,7	1,0 / 0,9	1,0 / 0,7	1,0 / 0,9	0,9 / 0,7	0,9 / 0,9	0,9 / 0,7	0,9 / 0,9
3	1,0 / 0,7	1,0 / 0,9	1,0 / 0,7	1,0 / 0,9	1,0 / 0,7	1,0 / 0,9	0,9 / 0,7	0,9 / 0,9	0,9 / 0,7	0,9 / 0,9
4	1,0 / 0,7	1,0 / 0,9	1,0 / 0,7	1,0 / 0,9	1,0 / 0,7	1,0 / 0,9	0,9 / 0,7	0,9 / 0,9	0,9 / 0,7	0,9 / 0,9
5	1,2 / 0,7	1,2 / 0,9	1,2 / 0,7	1,2 / 0,9	1,1 / 0,7	1,1 / 0,9	1,0 / 0,7	1,0 / 0,9	1,0 / 0,7	1,0 / 0,9
6	1,0 / 0,7	1,0 / 0,9	1,0 / 0,7	1,0 / 0,9	1,0 / 0,7	1,0 / 0,9	0,9 / 0,7	0,9 / 0,9	0,9 / 0,7	0,9 / 0,9
7	1,1 / 0,7	1,1 / 0,9	1,0 / 0,7	1,1 / 0,9	0,9 / 0,7	0,9 / 0,9	0,9 / 0,7	0,9 / 0,9	0,9 / 0,7	0,9 / 0,9
8	1,0 / 0,7	1,1 / 0,9	0,9 / 0,7	1,0 / 0,9	0,8 / 0,7	0,9 / 0,9	0,8 / 0,7	0,9 / 0,9	0,8 / 0,7	0,9 / 0,9
9	1,1 / 0,7	1,1 / 0,9	1,0 / 0,7	1,0 / 0,9	0,9 / 0,7	0,9 / 0,9	0,9 / 0,7	0,9 / 0,9	0,9 / 0,7	0,9 / 0,9
10	1,1 / 0,7	1,1 / 0,9	1,0 / 0,7	1,0 / 0,9	0,9 / 0,7	0,9 / 0,9	0,9 / 0,7	0,9 / 0,9	0,9 / 0,7	0,9 / 0,9
11	0,9 / 0,7	1,1 / 0,9	0,9 / 0,7	1,0 / 0,9	0,8 / 0,7	0,9 / 0,9	0,8 / 0,7	0,9 / 0,9	0,8 / 0,7	0,9 / 0,9
12	1,0 / 0,7	1,1 / 0,9	0,9 / 0,7	1,1 / 0,9	0,9 / 0,7	1,0 / 0,9	0,8 / 0,7	0,9 / 0,9	0,8 / 0,7	0,9 / 0,9
13	1,6 / 0,7	1,7 / 0,9	1,2 / 0,7	1,3 / 0,9	1,2 / 0,7	1,3 / 0,9	1,1 / 0,7	1,2 / 0,9	1,1 / 0,7	1,2 / 0,9
14	1,2 / 0,7	1,3 / 0,9	1,2 / 0,7	1,3 / 0,9	1,2 / 0,7	1,3 / 0,9	1,1 / 0,7	1,2 / 0,9	1,1 / 0,7	1,2 / 0,9
15	1,2 / 0,7	1,3 / 0,9	1,2 / 0,7	1,3 / 0,9	1,2 / 0,7	1,3 / 0,9	1,2 / 0,7	1,2 / 0,9	1,1 / 0,7	1,2 / 0,9
extension	600		700		800		900		1000	
loggia width	1800		1900		2000		2100		2200	
apartmen t	minimum	mean	minimum	mean	minimum	mean	minimum	mean	minimum	mean
1	0,8 / 0,7	0,9 / 0,9	0,8 / 0,7	<b>0,8 / 0,9</b>	0,7 / 0,7	<b>0,8 / 0,9</b>	0,7 / 0,7	<b>0,8 / 0,9</b>	0,7 / 0,7	<b>0,7 / 0,9</b>
2	0,8 / 0,7	0,9 / 0,9	0,8 / 0,7	<b>0,8 / 0,9</b>	0,7 / 0,7	<b>0,8 / 0,9</b>	0,7 / 0,7	<b>0,8 / 0,9</b>	0,7 / 0,7	<b>0,7 / 0,9</b>
3	0,8 / 0,7	0,9 / 0,9	0,8 / 0,7	<b>0,8 / 0,9</b>	0,8 / 0,7	<b>0,8 / 0,9</b>	0,8 / 0,7	<b>0,8 / 0,9</b>	0,7 / 0,7	<b>0,7 / 0,9</b>
4	0,8 / 0,7	0,9 / 0,9	0,8 / 0,7	<b>0,8 / 0,9</b>	0,7 / 0,7	<b>0,8 / 0,9</b>	0,7 / 0,7	<b>0,8 / 0,9</b>	0,7 / 0,7	<b>0,7 / 0,9</b>
5	1,0 / 0,7	1,0 / 0,9	1,0 / 0,7	1,0 / 0,9	0,9 / 0,7	0,9 / 0,9	0,8 / 0,7	0,9 / 0,9	0,8 / 0,7	<b>0,8 / 0,9</b>
6	0,8 / 0,7	0,9 / 0,9	0,8 / 0,7	<b>0,8 / 0,9</b>	0,7 / 0,7	<b>0,8 / 0,9</b>	0,7 / 0,7	<b>0,8 / 0,9</b>	0,7 / 0,7	<b>0,7 / 0,9</b>
7	0,9 / 0,7	0,9 / 0,9	0,8 / 0,7	<b>0,8 / 0,9</b>	0,8 / 0,7	<b>0,8 / 0,9</b>	0,8 / 0,7	<b>0,8 / 0,9</b>	0,8 / 0,7	<b>0,8 / 0,9</b>
8	0,8 / 0,7	0,9 / 0,9	0,7 / 0,7	<b>0,8 / 0,9</b>	0,7 / 0,7	<b>0,8 / 0,9</b>	0,7 / 0,7	<b>0,8 / 0,9</b>	0,7 / 0,7	<b>0,8 / 0,9</b>
9	0,9 / 0,7	0,9 / 0,9	0,8 / 0,7	<b>0,8 / 0,9</b>	0,8 / 0,7	<b>0,8 / 0,9</b>	0,8 / 0,7	<b>0,8 / 0,9</b>	0,8 / 0,7	<b>0,8 / 0,9</b>
10	0,9 / 0,7	0,9 / 0,9	0,8 / 0,7	<b>0,8 / 0,9</b>	0,8 / 0,7	<b>0,8 / 0,9</b>	0,8 / 0,7	<b>0,8 / 0,9</b>	0,7 / 0,7	<b>0,8 / 0,9</b>
11	0,8 / 0,7	0,9 / 0,9	0,7 / 0,7	<b>0,8 / 0,9</b>	0,7 / 0,7	<b>0,8 / 0,9</b>	0,7 / 0,7	<b>0,8 / 0,9</b>	0,7 / 0,7	<b>0,8 / 0,9</b>
12	0,8 / 0,7	0,9 / 0,9	0,8 / 0,7	0,9 / 0,9	0,7 / 0,7	<b>0,8 / 0,9</b>	0,7 / 0,7	<b>0,8 / 0,9</b>	0,7 / 0,7	<b>0,8 / 0,9</b>
13	1,1 / 0,7	1,2 / 0,9	1,1 / 0,7	1,2 / 0,9	1,1 / 0,7	1,1 / 0,9	1,1 / 0,7	1,1 / 0,9	1,1 / 0,7	1,1 / 0,9
14	1,1 / 0,7	1,2 / 0,9	1,1 / 0,7	1,2 / 0,9	1,1 / 0,7	1,1 / 0,9	1,1 / 0,7	1,1 / 0,9	1,1 / 0,7	1,1 / 0,9
15	1,1 / 0,7	1,2 / 0,9	1,1 / 0,7	1,2 / 0,9	1,1 / 0,7	1,1 / 0,9	1,1 / 0,7	1,1 / 0,9	1,1 / 0,7	1,1 / 0,9

## OVERHEATING

### Legislative requirements for the thermal stability in summer

Summer thermal stability is evaluated for the critical room in which it is evaluated:  
a) either the highest daily rise in room air temperature during the summer  $\Delta\theta_{ai,max}$   
b) or the highest daily air temperature in the room during the summer  $\theta_{ai,max}$ . The required norm value of the highest daily air temperature in the room during the summer  $\theta_{ai,max,N}$  for non-manufacturing residential buildings in 27°C [7].

For calculating the summer thermal stability, the software SIMULACE 2015 was used [8].

The windows are considered as double glazed, with no additional shading devices (such as Venetian blinds) apart from the loggia.

**Table 3 – The maximum air temperatures in the room on August 21<sup>st</sup> [%]**

	extension		no insulation	0	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
	loggia width			1200	1400	1500	1600	1700	1800	1900	2000	2100	2200
	apartments	orientation	Maximum temperature of indoor air 21. 8. [°C]										
top floor, separate	1, 2, 7, 8, 13, 14	south	27,6	25,2	24,3	24,1	24,0	23,9	23,8	23,8	23,7	23,6	23,6
	3, 4, 9, 10	east	31,6	29,9	29,4	29,2	28,9	28,7	28,5	28,4	28,2	28,1	28,0
	5, 6, 11, 12, 15	west	33,3	31,7	31,0	30,7	30,5	30,2	30,0	29,8	29,6	29,4	29,3
top floor, joined	1, 2, 7, 8, 13, 14	south	27,7	25,2	24,3	24,2	24,2	24,1	24,1	24,0	24,0	24,0	24,0
	3, 4, 9, 10	east	32,3	30,7	30,0	29,7	29,4	29,2	29,1	28,9	28,8	28,6	28,4
	5, 6, 11, 12, 15	west	34,0	32,5	31,7	31,4	31,1	30,9	30,6	30,4	30,1	29,9	29,8
lower floors, separate	1, 2, 7, 8, 13, 14	south	23,7	23,6	22,6	22,5	22,3	22,2	22,1	22,0	22,0	21,9	21,9
	3, 4, 9, 10	east	28,7	28,8	28,2	28,0	27,7	27,5	27,3	27,1	26,9	26,8	26,7
	5, 6, 11, 12, 15	west	30,4	30,6	29,8	29,5	29,2	29,0	28,7	28,5	28,3	28,1	27,9
lower floors, joined	1, 2, 7, 8, 13, 14	south	23,6	23,6	22,6	22,5	22,4	22,4	22,3	22,3	22,2	22,2	22,2
	3, 4, 9, 10	east	29,5	29,6	28,9	28,6	28,2	28,0	27,9	27,7	27,5	27,3	27,2
	5, 6, 11, 12, 15	west	31,3	31,5	30,6	30,3	30,0	29,7	29,4	29,2	28,9	28,7	28,5

The southern oriented rooms are already sufficiently shaded by the existing loggias. In the east and west oriented rooms, however, the additional shading provided by the existing loggias may lower the indoor air temperature by up to 3 °C. If the living room and the kitchen are united and the opaque panel in the window would need to be replaced with a clear one, the indoor air temperature increases by several degrees, as the glazing area is significantly enlarged.

## CONCLUSION

The research focused on evaluating the possibilities extending the loggias in a neighbourhood of precast panel buildings built in the standard system VVU ETA.

The results above show that the original layout of the apartments does not allow an extension of the loggias while still fulfilling the legislative requirements on daylighting. While it is possible to extend the loggia in all of the evaluated apartments by at least 600 in all the apartments, a change in the layout would be required; the partition between the living room and the kitchen would need to be demolished and the opaque panel in the window would need to be replaced with a clear one. This is nearly impossible to carry out on a neighbourhood level, as most of the apartments are privately owned. Additionally, this modification increases the indoor temperature in summer, as the glazing area is significantly enlarged.

This research indicates that while extending the loggias is possible (provided some conditions mentioned above are met), it is extremely difficult to achieve, especially in the level of an entire neighbourhood.

## ACKNOWLEDGEMENTS

This research was supported by the Czech Technical University research grant SGS18/197/OHK1/3T/15.

## REFERENCES

- [1] Temelová, J., Novák J., Ouředníček M., and Puldová P. "Housing Estates in the Czech Republic after Socialism: Various Trajectories and Inner Differentiation." *Urban Studies* 48, no. 9 (July 2011): pp 1811–34.
- [2] Schulzová K., Bošová D. and Černá A. M., "The Impact of Extending the Loggia of a Precast Panel Building on Daylight and Insolation of the Apartments," 2018 VII. Lighting Conference of the Visegrad Countries (Lumen V4), Trebic, 2018, pp. 1-4.
- [3] ČSN 73 4305: Furnishing of flats (Zařiditelnost bytů). Praha, ČNI, 1989 (ch. Z1 1994).
- [4] ČSN 73 0580-1: Daylighting in buildings - Part 1: Basic Requirements (Denní osvětlení budov - Část 1: Základní požadavky). Praha, ČNI, 2007 (ch. Z1 2011, Z2 2017)
- [5] Autodesk and Astra MS software. Building design, module Wdls 5.0 (daylighting) [software].
- [6] ČSN 73 0580-2: Daylighting in buildings - Part 2: Daylighting in Residential Buildings (Denní osvětlení budov - Část 2: Denní osvětlení obytných budov). Praha, ČNI, 2007 (ch. O1 2014)
- [7] ČSN 73 0540-2 Thermal protection of buildings - Part 2: Requirements (Tepelná ochrana budov - Část 2: Požadavky). Praha, ČNI, 2011 (ch Z1 4.12 2012)
- [8] Svoboda software, SIMULACE 2015 [software].