

ŽELEZOBETONOVÉ SCHODIŠTĚ SE ZALAMOVANOU SCHODNICÍ A REINFORCED CONCRETE STAIRCASE WITH A CRANKED STRING

ONDŘEJ KLEČKA

Popis návrhu železobetonového schodiště se zalamovanou schodnicí v rámci rekonstrukce staré zanedbané průmyslové budovy.

The description of the structural analysis of a reinforced concrete staircase with a cranked string within a reconstruction of an old neglected industrial building.

V rámci revitalizace zdevastované průmyslové budovy v areálu bývalého podniku ČKD jsme navrhovali postup sanace původních železobetonových konstrukcí postavených ve 40. letech dvacátého století. Téměř všechny horizontální betonové konstrukce byly zasaženy karbonatácí betonu, místy až do hloubky 80 mm. Vertikální konstrukce byly zasaženy karbonatácí pouze lokálně v tloušťce do 7 mm. Tyto zkarbonatované části betonu byly sanovány antikoroziční im-

pregnací s migračními inhibitory (Sika FerroGard 903).

Původní čtyřpodlažní budova byla navýšena o jedno podlaží. Kvůli přístupu do nástavby byla v trámovém stropě vybourána čtyři pole. Tři slouží k vizuálnímu propojení pater, čtvrté pro konstrukci nového železobetonového schodiště, které se stalo nejdůležitějším architektonickým prvkem rozsáhlé místnosti ateliéru.

SCHODIŠTĚ

Jeden z prvních návrhů autora projektu Ing. arch. Kubička počítal s ocelovým schodištěm z válcovaných jáckelů. Ale tak jako celková rekonstrukce objektu probíhala postupně, tak se postupně vyvíjel i návrh schodiště až k dnešnímu železobetonovému. Jedna z variant uvažovala i s černým probarveným betonem.

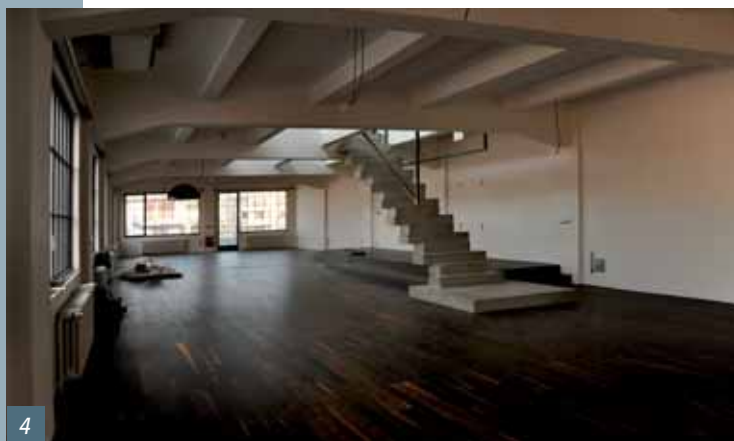
Tvar zalamované schodnice a rozměry byly dány architektem, který s rozšíře-



1



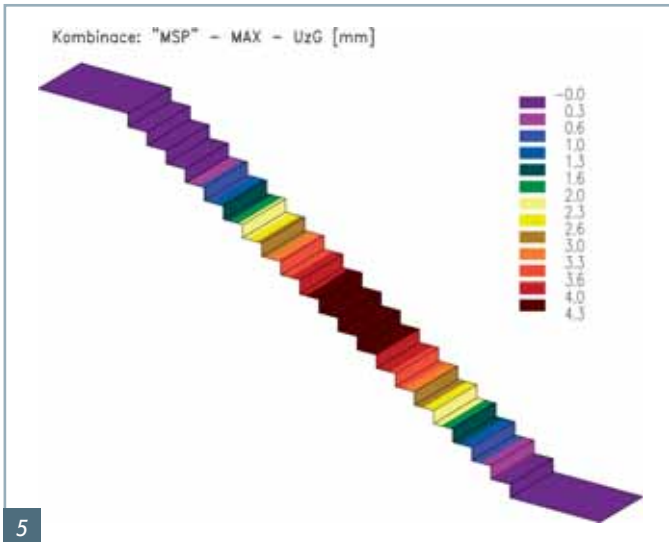
2



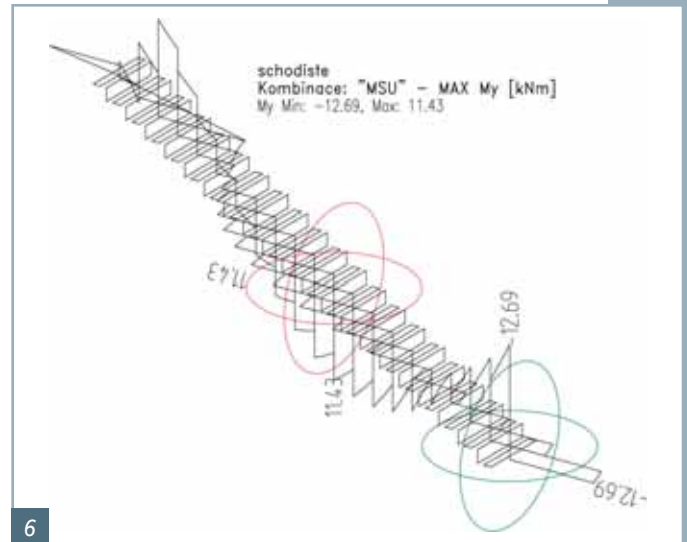
4



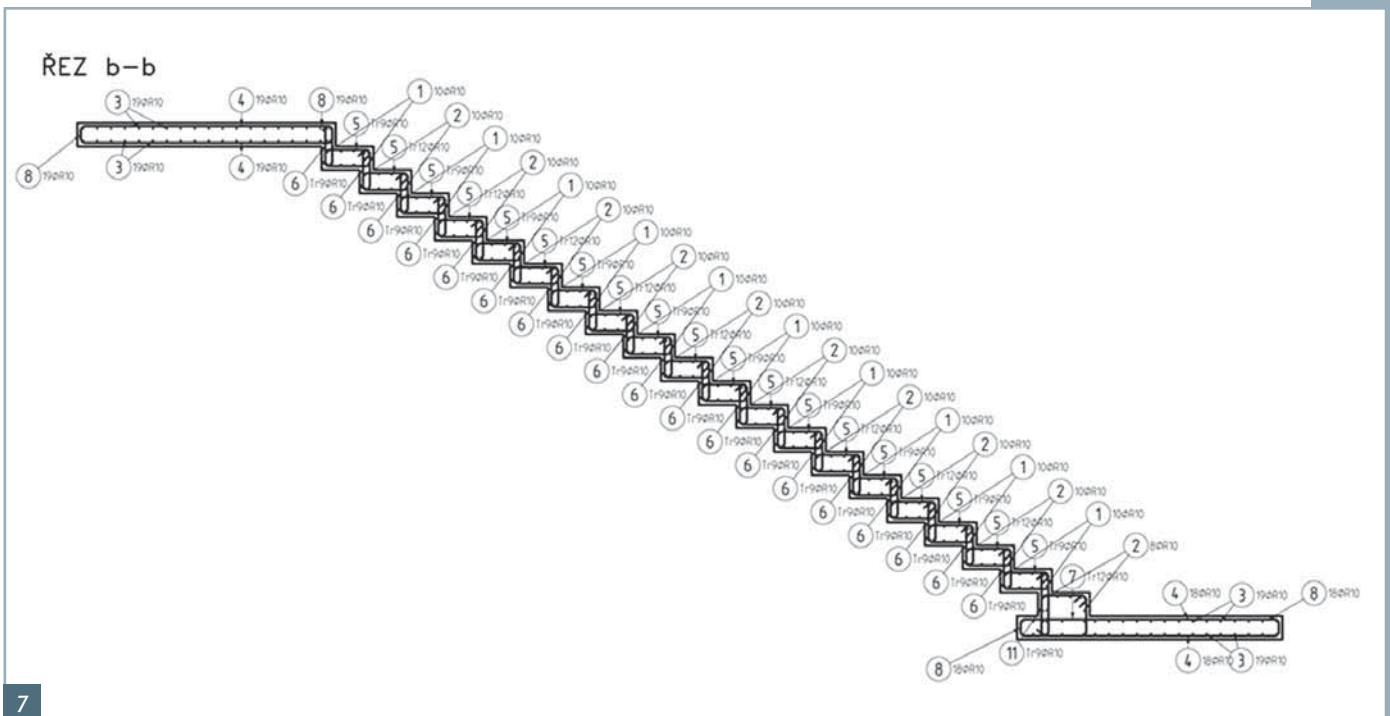
3



5



6



7

Obr.1 Zrekonstruovaná budova tiskárny AF BKK, s. r. o.
Fig. 1 A reconstructed building of the printery AF BKK, s. r. o.

Obr. 2 Boční pohled na zalamanou schodnici
Fig. 2 Side view of a cranked string

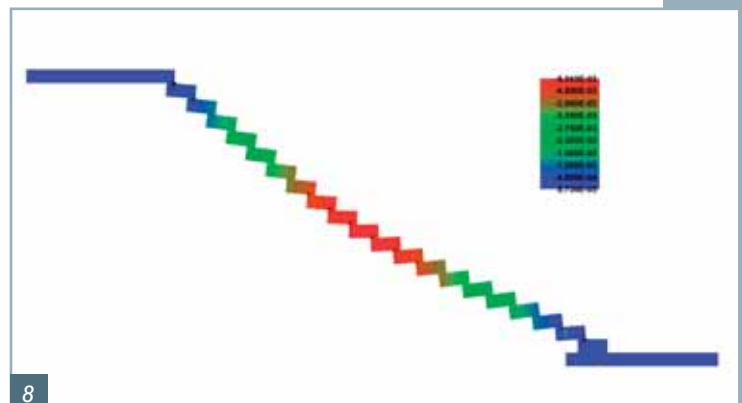
Obr. 3 Čelní pohled na stupnice různé šířky
Fig. 3 Front view of treads with different width

Obr. 4 Schodiště jako dominanta prostoru
Fig. 4 Staircase as a dominating feature of the room

Obr. 5 Pružná deformace 2D prvků v programu RENEX3D
Fig. 5 Elastic deformation of the 2D elements at RENEX3D software

Obr. 6 Maximální ohybový moment uprostřed rozpětí
Fig. 6 Maximum bending moment in the middle of the span

Obr. 7 Řez výztuží pomocí programu RECOC BETON
Fig. 7 Section of reinforcement by RECOC BETON software



8

Obr. 8 Zvýrazněná deformace s předpokládanými trhlinkami, šířka do 0,13 mm nad podporami
Fig. 8 Highlighted displacements with expected cracks, width upto 0,13 mm over supports



9

Obr. 9 Bednění s výztuží během provádění (autor Ing. arch. Kubiček)

Fig. 9 Formwork with reinforcement during construction (foto by Ing. arch. Kubiček)

ním betonových prvků souhlasil, pokud to bude jen trochu možné.

V době posuzování tohoto schodiště byly stále ještě aktuální fotografie z jiné stavby, šířené po internetu, na kterých bylo vidět, jak katastrofálně dopadla realizace podobného schodiště se zalamovanou schodnicí.

NÁVRH

Schodiště začíná i končí na monolitických deskách tloušťky 168 mm o rozměrech zhruba 1,9 x 1,8 m, které jsou nabetonovány na původní stropní konstrukce, s nimiž jsou spojeny navrtnými vlepanými tmy. Překonávaný výškový rozdíl je 3,7 m a rozpětí 5,4 m. S přitížením stropů nebyl problém, protože původně byly navrženy na únosnost

5 kN/m² a nynější využití jako administrativní budova nepotřebuje tak vysokou únosnost. Rozměry stupnice jsou 370 x 168 mm s šířkou stupně 900 mm a výškou 1200 mm, přesah tvořící „podstupnici“ je 100 mm. Zatížení na schodech je uvažováno užité 3 kN/m² a vlastní tíha. Ostatní stálé zatížení není uvažováno, neboť beton je pochozí.

VÝPOČET

Převládající výpočty a návrh výztuže byly simulovány pomocí programu RENEX3D (výpočtové jádro NEXIS resp. ESA implementované do prostředí AutoCADu) na deskostěnové konstrukci složené z 2D prvků desek, modelujících schodiště, a stěn podstupnic. Na pomyslné střednici mají vodorovné prvky rozměry 270 x 900 mm s tloušťkou 170 mm, resp. svislé 170 x 900 mm s tloušťkou 100 mm. Pružné deformace pro MSP vycházejí 4,3 mm a návrh výztuže pro MSÚ cca 800 mm² nad podporami a cca 500 mm² uprostřed rozpětí, pro teoretickou podstupnici. Pro porovnání deformací a návrhu výztuže byl vymodelován prutový model z 1D prvků. Deformace prutového modelu jsou o trochu vyšší, což se dá očekávat, neboť výpočtové schéma je jednodušší a poddajnější než skřepina z 2D prvků. Výpočet ale posloužil k ověření ohybových momentů, vypočtených ručně. Výztuž navržená na hodnoty momentů nad podporami vychází devět profilů průměru 10 mm, při rozpětí na běžný metr šířky je to 785 mm².

Na základě nezávislých výpočtů se dá konstatovat, že výpočtové modely spolu korespondují a nic by nemělo bránit závěru, že daná konstrukce vyhovuje.

OVĚŘENÍ

Jelikož se jedná o velmi atypický konstrukční prvek, bylo vhodné ověřit jeho chování v programu umožňujícím fyzikální nelineární analýzu. Vázaná výztuž kreslená pomocí programu RECOC BETON se dá lehce importovat do programu ATENA 2D,

kteří patří mezi nejvýkonnější programy svého druhu a máme s ním dobré zkušenosti. Program je založen na deformační metodě konečných prvků a jeho hlavním rysem je použití nelineárních modelů chování materiálů včetně uvažování vzniku trhliny a úpravy sítě konečných prvků. Umožňuje analyzovat chování stavební konstrukce v kritických podmínkách, kdy dochází k jejímu porušování a predikovat chování při případném přetížení.

ZÁVĚR

Schodiště je celé monolitické a bylo prováděno přímo na místě. O tom, že bylo realizováno v popsané formě, jsem se dozvěděl nedlouho před vydáním tohoto příspěvku, kdy jsem se na schodiště jel poprvé podívat. Spíše jsem předpokládal, že projekt skončí v deskách jako jedna z možných alternativ.

Schodiště je opravdu dominantou místnosti a díky minimálnímu přesahu jednotlivých stupňů má konstrukce lehký až vzrušující výraz, což byl architektův záměr. Povrch schodiště je kompaktní, konstantních pohledových vlastností. Prováděcí firma si musela dát záležet, nejsou vidět žádné opravované ulomené rohy a nikde nevznikly kavery, přestože výztuže tam není málo a probetonování nebylo snadné.

Zúčastnění

Investor	AF BKK, s. r. o.
Architektonický návrh	caraa.cz, s. r. o., Ing. arch. Kubiček
Statický návrh	Recoc, s. r. o., Ing. Klečka
Zhotovitel schodiště	DNA, s. r. o., Ing. Eichler
Realizace	2007

Ing. Ondřej Klečka
Recoc, s. r. o.

Seydlerova 2451/8, 158 00 Praha
tel: 251 624 661, fax: 251 624 609
e-mail: ondrej.klecka@recoc.cz, www.recoc.cz

ZVÝHODNĚNÉ PŘEDPLATNÉ PRO STUDENTY A STAVEBNÍ INŽENÝRY DO 30 LET

Zvýhodněná cena za roční předplatné (šest čísel) pro studenty a stavební inženýry do 30 let je 270 Kč bez DPH včetně balného a distribuce. Podmínkou je přiložit k objednávce doklad o studiu, např. kopii studentské karty ISIC, nebo datum narození.

