



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ

INSTITUTE OF CONCRETE AND MASONRY STRUCTURES

STŘEŠNÍ PREFABRIKOVANÉ DESKY

ROOF PREFABRICATED ELEMENTS

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Jakub Sicha

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. MILOŠ ZICH, Ph.D.

BRNO 2018



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	B3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3647R013 Konstrukce a dopravní stavby
Pracoviště	Ústav betonových a zděných konstrukcí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student	Jakub Sicha
Název	Střešní prefabrikované desky
Vedoucí práce	doc. Ing. Miloš Zich, Ph.D.
Datum zadání	30. 11. 2017
Datum odevzdání	25. 5. 2018

V Brně dne 30. 11. 2017

prof. RNDr. Ing. Petr Štěpánek, CSc.
Vedoucí ústavu

prof. Ing. Rostislav Drochytka CSc., MBA
Děkan Fakulty stavební VUT

PODKLADY A LITERATURA

1. Stavební podklady
2. Normy pro navrhování betonových konstrukcí ČSN a EN
3. L. Gřenčík: Betonové konstrukce II. SNTL/ALFA 1986
4. D. Majdúch: Zásady vystužování betónových konstrukcí. ALFA 1984.
5. Vhodné výpočetní program (např. Nexis, SCIA, Ansys apod.)
6. Bažant Z., Montované konstrukce. Skripta VUT Brno.

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

Vypracovat statickou analýzu prefabrikovaných střešních desek. Zaměřte se na tzv. Číževského desky. Proveďte rešerši použitých desek, rozbor statického chování. Řešení provést včetně nezbytné výkresové dokumentace (výkresy tvaru a výztuže). Rozsah bakalářské práce stanoví vedoucí práce.

Požadované výstupy:

Textová část (obsahuje průvodní zprávu a ostatní náležitosti dle níže uvedených směrnic.)

Přílohy textové části:

P1) Použité podklady

P2) Statický výpočet

P3) Výkresová dokumentace

P4)

Prohlášení o shodě listinné a elektronické formy VŠKP (1x), Popisný soubor závěrečné práce (1x)

Bakalářská práce bude odevzdána v listinné a elektronické formě dle směrnic a na CD (1x).

STRUKTURA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchování vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchování vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).

2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchování vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchování vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).

doc. Ing. Miloš Zich, Ph.D.
Vedoucí bakalářské práce

ABSTRAKT

Bakalářská práce se zabývá prefabrikovanými železobetonovými deskami. Konkrétně vlnitými, tzv. Číževského deskami. Vychází z polní zatěžovací zkoušky. Výpočtem je zjištěno namáhání desky ve střešní konstrukci a její únosnost. Tyto výsledky jsou porovnány se zatěžovací zkouškou. Jsou uvedeny stavby na kterých se tyto desky vyskytovaly, vyskytují, jejich poruchy a případná řešení poruch.

KLÍČOVÁ SLOVA

Prefabrikované střešní desky, vlnité betonové desky, Číževského desky, železobeton, polní zatěžovací zkouška, statický výpočet, stupeň bezpečnosti, mezní stav únosnosti.

ABSTRACT

This bachelor thesis is focused on prefabricated reinforced concrete elements. Specifically corrugated slabs or Číževsky slabs. Thesis is based of load test of these slabs. The calculation shows the stress of the slab in the roof structure and load capacity. These results are compared with the load test. There is some examples of constructions where the slabs was situated or is situated including faults and fault handling.

KEYWORDS

Prefabricated roof elements, corrugated concrete slabs, Cizevsky's slabs, reinforced concrete, load test, static calculation, safety factory, ultimate limit state.

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE VŠKP

Jakub Sicha *Střešní prefabrikované desky*. Brno, 2018. 12 s., 177 s. příl. Bakalářská práce.
Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav betonových a zděných konstrukcí.
Vedoucí práce doc. Ing. Miloš Zich, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 15. 4. 2018

Jakub Sicha
autor práce

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY VŠKP

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané bakalářské práce je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 15. 4. 2018

Jakub Sicha
autor práce

POPISNÝ SOUBOR ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Vedoucí práce	doc. Ing. Miloš Zich, Ph.D.
Autor práce	Jakub Sicha
Škola	Vysoké učení technické v Brně
Fakulta	Stavební
Ústav	Ústav betonových a zděných konstrukcí
Studijní obor	3647R013 Konstrukce a dopravní stavby
Studijní program	B3607 Stavební inženýrství
Název práce	Střešní prefabrikované desky
Název práce v anglickém jazyce	Roof prefabricated elements
Typ práce	Bakalářská práce
Přidělovaný titul	Bc.
Jazyk práce	Čeština
Datový formát elektronické verze	PDF
Abstrakt práce	Bakalářská práce se zabývá prefabrikovanými železobetonovými deskami. Konkrétně vlnitými, tzv. Číževského deskami. Vychází z polní zatěžovací zkoušky. Výpočtem je zjištěno namáhání desky ve střešní konstrukci a její únosnost. Tyto výsledky jsou porovnány se zatěžovací zkouškou. Jsou uvedeny stavby na kterých se tyto desky vyskytovaly, vyskytují, jejich poruchy a případná řešení poruch.
Abstrakt práce v anglickém jazyce	This bachelor thesis is focused on prefabricated reinforced concrete elements. Specifically corrugated slabs or Číževsky slabs. Thesis is based of load test of these slabs. The calculation shows the stress of the slab in the roof structure and load capacity. These results are compared with the load test. There is some examples of constructions where the slabs was situated or is situated including faults and fault handling.

Klíčová slova

Prefabrikované střešní desky, vlnité betonové desky, Číževského desky, železobeton, polní zatěžovací zkouška, statický výpočet, stupeň bezpečnosti, mezní stav únosnosti.

**Klíčová slova
v anglickém
jazyce**

Prefabricated roof elements, corrugated concrete slabs, Číževský slabs, reinforced concrete, load test, static calculation, safety factor, ultimate limit state.

PODĚKOVÁNÍ

Na tomto místě bych chtěl poděkovat vedoucímu mé bakalářské práce panu doc. Ing. Milošovi Zichovi, Ph.D za jeho ochotu, rady a připomínky, které mi v průběhu práce poskytnul. Dále bych chtěl poděkovat vedení rekonstrukce stavby Janáčkova divadla za umožnění provedení zatěžovacích zkoušek a v neposlední řadě rodině za podporu při studiu.

Jakub Sicha



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ

INSTITUTE OF CONCRETE AND MASONRY STRUCTURES

STŘEŠNÍ PREFABRIKOVANÉ DESKY

ROOF PREFABRICATED ELEMENTS

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Jakub Sicha

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. MILOŠ ZICH, Ph.D.

BRNO 2018

1. Úvod	14
2. Popis Číževského desky	14
3. Použití a osazení v konstrukci	16
4. Polní zatěžovací zkoušky	17
4.1. Janáčkovovo divadlo Brno	17
4.2. KBA Grafitec Dobruška	18
5. Zatížení uvažovaná ve výpočtu	20
5.1. Výpočet dle stupně bezpečnosti	20
5.2. Výpočet dle eurocodu - mezní stavy	20
6. Materiály	20
6.1. Výpočet dle stupně bezpečnosti	20
6.2. Výpočet dle eurocodu - mezní stavy	20
7. Použité podklady a literatura	20
Seznam použité literatury:	20
Seznam použitých norem:	21
Seznam použitého softwaru:	21
Seznam použitých značek a symbolů:	21
8. Seznam příloh	24

1. Úvod

Hlavním úkolem této bakalářské práce je vypracovat statickou analýzu střešních prefabrikovaných desek s konkrétním zaměřením na Číževského desky.

Základním předpokladem pro zpracování této práce jsou polní zatěžovací zkoušky, které byly provedeny na Janáčkově divadle v Brně a v průmyslovém závodě KBA Grafitec Dobruška. Bylo zde provedeno srovnání hodnot z ručního výpočtu, softwarového výpočtu pomocí IDEA StatiCa RCS a hodnot získaných z polních zkoušek.

Výkresová dokumentace byla zpracována v programu AutoCAD 2018.

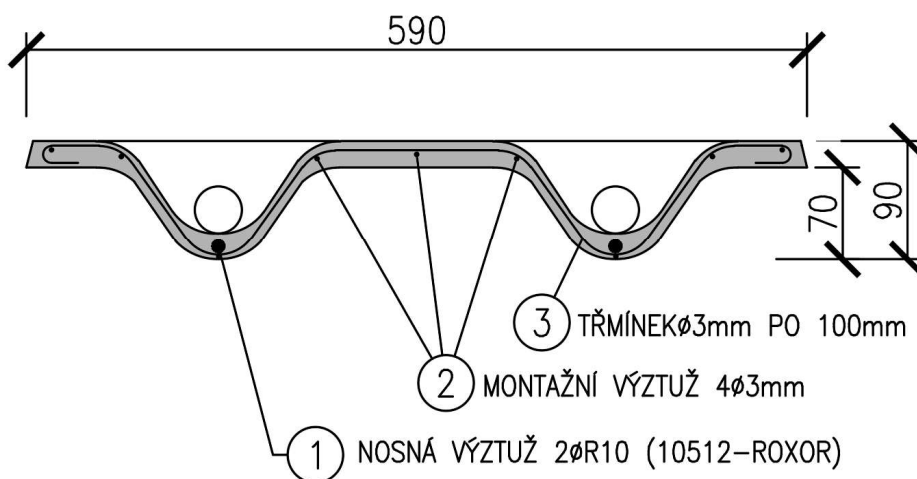
2. Popis Číževského desky

Číževského deska je prefabrikovaná, tenkostěnná, vlnitá, lehká střešní deska. Jejím autorem byl Ing. F. Číževský. Tyto desky se vyskytovaly ve více variantách např.: se ztužujícími žebry a bez ztužujících žebřer.

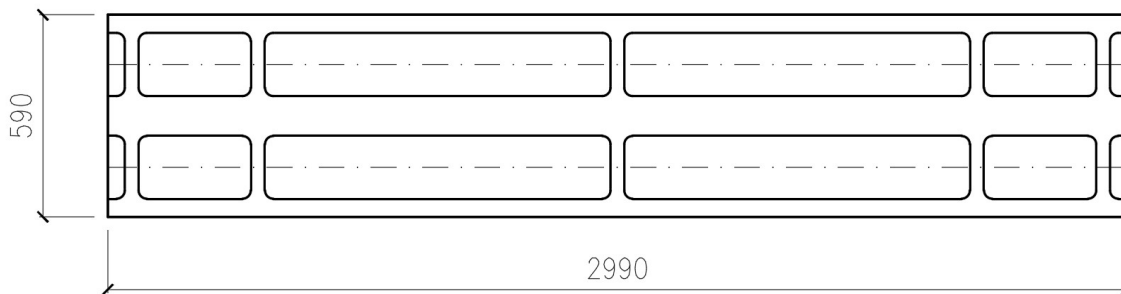
Desky se vyráběly o šířce 590mm a délce 2390mm, 2990mm, výška byla 90mm. V příčném směru desky tvořily dvě vlny o tloušťce betonu 20mm, které mohly být ztužené 40mm tenkými žebry s otvory. Tyto informace byly čerpány z [5] a poté konkrétně ze zatěžovací zkoušky. Schémata desek viz. obrázky níže.

Deska se ztužujícím žebrem

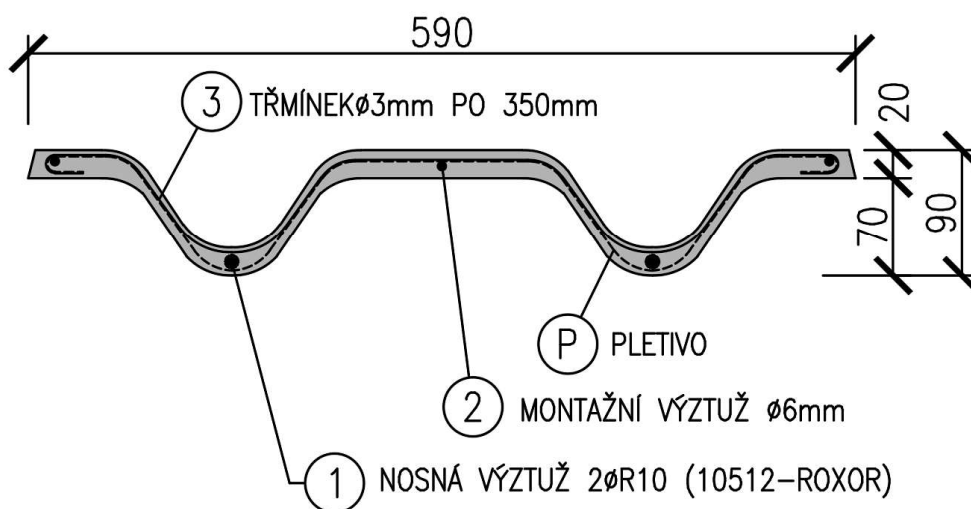
Příčný řez



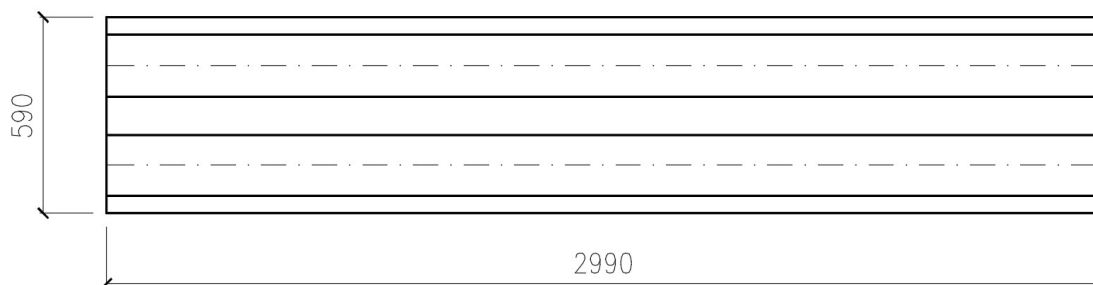
Půdorys



Deska bez ztužujícího žebra
 Příčný řez



Půdorys



Rozměrové a statické údaje, [5]

Objem m ³	Druh betonu	Hmoty		Technické vlastnosti				Rozměry			Označení
		cement kg	ocel kg	q_{dov} kg/m	M_b kgm	váha kg	světlost mm	L mm	H mm	B mm	
0,031	170	7,44	5,25	178	145	77	2 300	2 390	90	590	SZD 1a-240
0,038	170	9,12	6,5	100	145	95	2 900	2 990	90	590	SZD 1a-300

3. Použití a osazení v konstrukci

Čiževské desky se používaly v 50. a 60. letech minulého století na zastřešení průmyslových hal (např.: KBA Grafitec Dobruška, Brno Výstaviště pavilon H), školních tělocvičnách, přístřešků, divadel (např.: Janáčkovovo divadlo Brno).

Tyto desky byly osazeny ve většině případech na střešní vazníky, které mohly být ocelové nebo betonové. Vazníky byly různého tvaru např.: přímé ve sklonu nebo obloukové. viz. foto níže.



Obloukový železobetonový vazník



Plnostěnný ocelový vazník

Na dnešní dobu jsou provedeny velmi nekvalitně. Tím je myšleno nedostatečné krytí oceli betonem, což znamená nedodržení protikorozi ochrany zabudované výztuže, nejsou dostatečně vyztužené v uložení, beton není příliš kvalitní (karbonatce) a proto dnes už ve většině případech nesplňují podmínky pro bezpečné působení v konstrukci, dochází k jejich demontáži a nahrazení novou vyhovující konstrukcí.

Uložení na střešních vaznících bylo velmi malé. V extrémních případech se pohybovalo okolo 30-50mm, proto je deska v místě uložení staticky nespolehlivá, neboť je zde překročeno lokální namáhání betonu a může docházet k praskání a případně i drcení betonu.

Dalším problémem jsou viditelné průhyby, které vedou k potrhání betonu a následné korozi výztuže. V některých případech je další velmi závažnou příčinou špatného stavu desek také nekvalitně provedený střešní plášť, případně jeho po letech chatrný stav, což vede k zatékání do konstrukce a urychlení degradace materiálů.

4. Polní zatěžovací zkoušky

4.1. Janáčkovo divadlo Brno

Zatěžovací zkouška byla provedena na nám vyhrazeném místě určeném stavbyvedoucím. Čiževské desky jsme uložily na dvě tvárnice Porfixu a pro simulaci uložení v konstrukci jsme použili jáklův profil 50/50/3. Zkouška byla provedena na dvou deskách (D1, D2) se ztužujícími žebry a s vrstvou potěrového betonu, která se pohybovala v mocnosti 10-20mm. Před započítáním zatěžování byly vždy desky prozkoumány z hlediska rozměrů, mocnosti potěrového betonu a případných poruch v podobě trhlin, případně průhybů, které by mohli mít vliv na průběh a výsledek polní zkoušky.

Pro postupné zatěžování desek byly použity pytle s maltou, každý o hmotnosti 25kg. Tyto pytle jsme skládali postupně na sebe do komína situovaného v polovině desky tak, aby bylo docíleno co největšího namáhání ohybovým momentem. Během postupného zatěžování jsme sledovali chování desky (vznik trhlin, měření průhybu). Při této zatěžovací zkoušce byly obě desky schopné přenést zatížení o celkové hmotnosti 850kg, a ačkoliv nedošlo ani v jednom případě k vyčerpání únosnosti a zřícení desky, museli jsme zkoušku při této hodnotě zatížení ukončit z důvodu velké výšky naskládaných pytlů, které už jsme kvůli našim fyzickým předpokladům nemohli skládat výše.

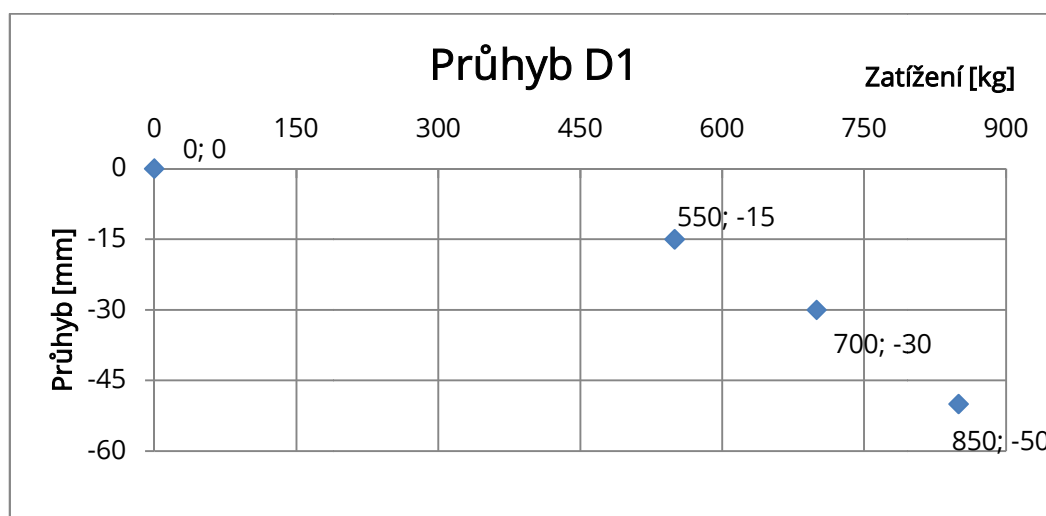
Velkou roli na tento výsledek měl potěrový beton, ač nepříliš kvalitní, přesto spolupůsobil a přenášel část zatížení.

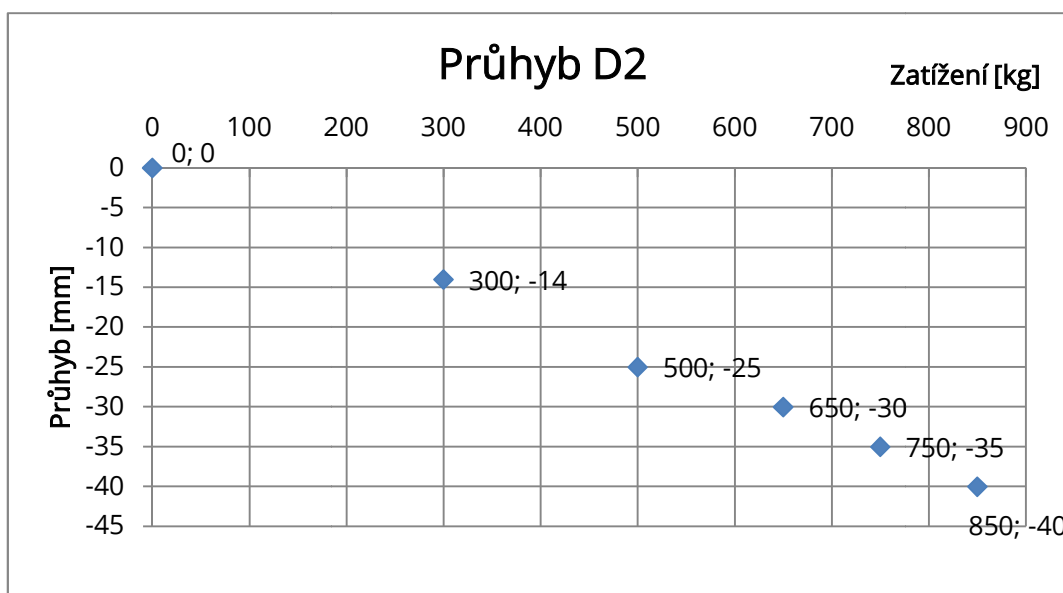
Během zatěžování bylo dosaženo značných průhybů, které vedly ke vzniku trhlin od vlasových až po trhliny o šířce 0,5mm.

Po odtížení desek zůstal trvalý průhyb. Pro získání bližších informací o poloze výztuže v desce byla jedna deska pomocí palice a násilí rozbita. K tomuto rozbití však nebylo zapotřebí nijak abnormálního úsilí, jelikož beton se po několika nárazech kladiva rozdrolil.

Fotografie průběhu polní zatěžovací zkoušky jsou jedním z bodů přílohy (P1-Fotopříloha).

Níže uvedené grafy, znázorňující závislost průhybu na zatížení, jsou výstupem ze zatěžovací zkoušky.





4.2. KBA Grafitec Dobruška

Tato polní zatěžovací zkouška proběhla v areálu výše uvedené firmy. V tomto případě bylo uložení simulováno U-profilem o šířce příruby 45mm. Zkoušeny byly tři desky (D1, D2, D3) bez příčných ztužujících žebek a potěrového betonu.

Pro postupné zatěžování desek byly opět použity pytle s maltou o hmotnosti 25kg, které byly skládány do komína uprostřed desky a během postupném zatěžování byly měřeny průhyby v závislosti na zatížení. Při této zatěžovací zkoušce došlo ve všech třech případech k vyčerpání únosnosti desek a k jejich následnému zřícení, kterému předcházely, při zatížení blízkému limitnímu, zvukové projevy (praskání).

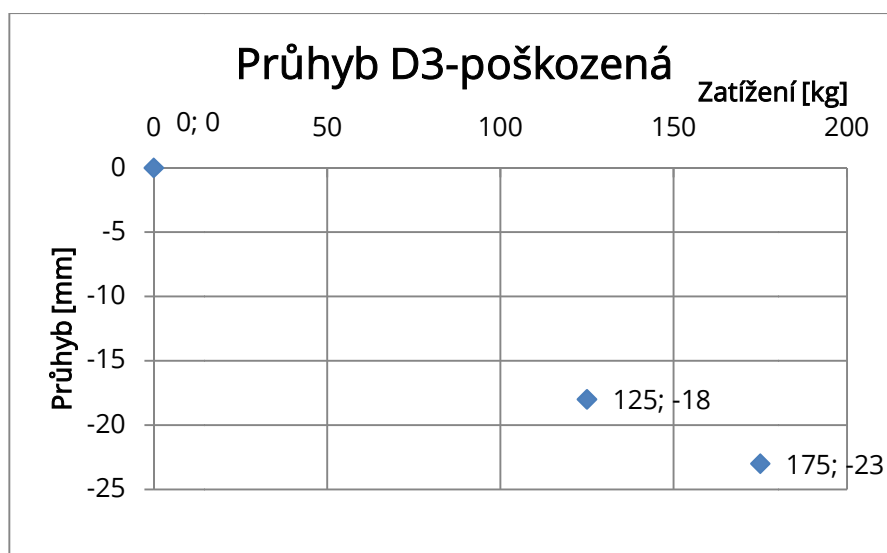
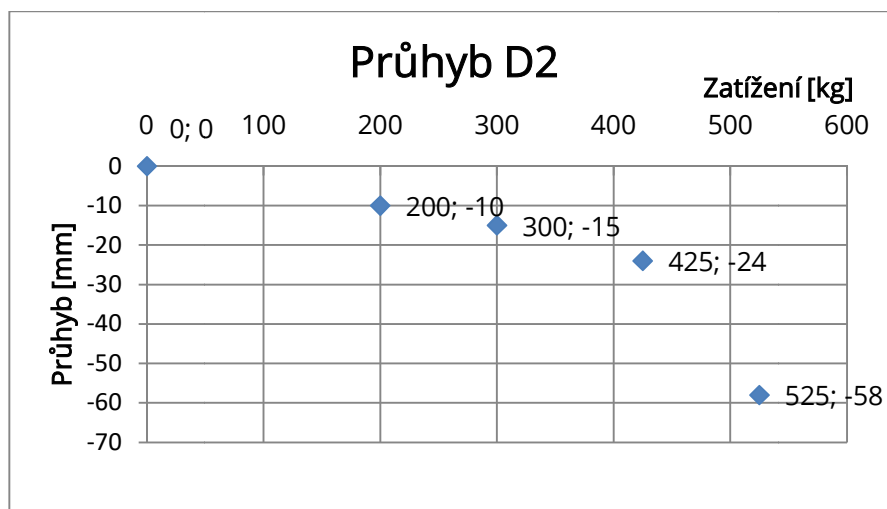
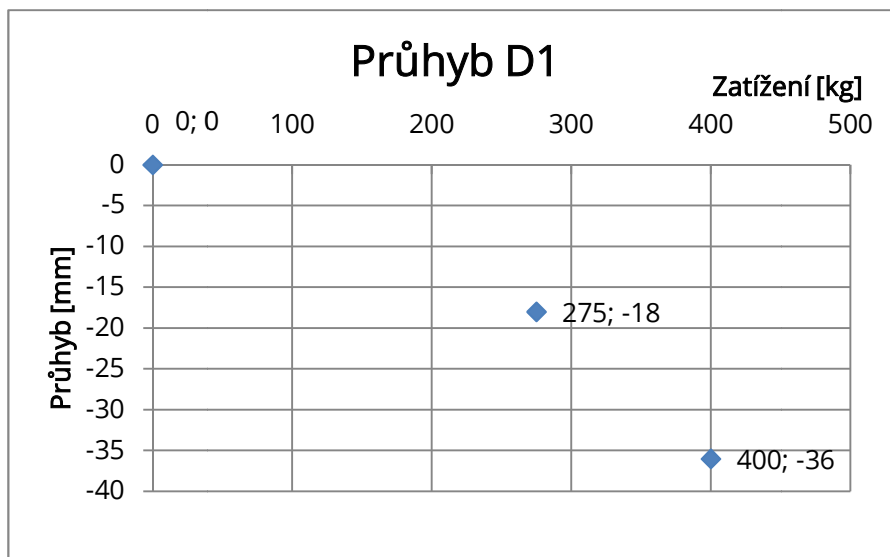
Deska D1 se zřítla při zatížení 450kg na ploše 0,62×0,60m, vzdálenost porušení od okraje 0,800m; deska D2 při zatížení 575kg na ploše 0,60×0,60m, vzdálenost porušení od okraje 1,430m; deska D3, která byla značně porušena podélnými (po celé délce) i příčnými trhlinami při zatížení 250kg na ploše 0,61×0,60m, vzdálenost porušení od okraje 1,280m.

Po zřícení jsme mohly zkoumat místa porušení a použitím palice jsme mohli detailněji prozkoumat vyztužení co se týče druhu a umístění v desce.

Tuto zkoušku můžeme hodnotit jako úspěšnější a to nejenom proto, že došlo k vyčerpání únosností, ale také proto, že zde nevznikalo spolupůsobení s potěrovým betonem jako u zkoušky předešlé a tudíž jsou výsledné hodnoty nezkreslené.

Fotografie průběhu polní zatěžovací zkoušky jsou jedním z bodů přílohy (P2-Fotopříloha).

Níže uvedené grafy, znázorňující závislost průhybu na zatížení, jsou výstupem ze zatěžovací zkoušky.



5. Zatížení uvažovaná ve výpočtu

5.1. Výpočet dle stupně bezpečnosti

- ostatní stélé zatížení bez součinitele
 - střešní plášť
- klimatická zatížení bez součinitele
 - sněhem - II. oblast

5.2. Výpočet dle eurocodu - mezní stavy

- vlastní tíha desky? součinitel = 1,35
- ostatní stálé zatížení
 - střešní plášť součinitel = 1,35
- klimatická zatížení
 - sněhem - II. oblast součinitel = 1,50

6. Materiály

6.1. Výpočet dle stupně bezpečnosti

- beton
 - 170
 - dle ČSN 1090-1948
 - dle ČSN 73 2001 z roku 1956
- ocel
 - 10 512 (ROXOR)
 - dle ČSN 1090-1948
 - dle ČSN 73 2001 z roku 1956

6.2. Výpočet dle eurocodu - mezní stavy

- beton
 - C10,5/13,5
- ocel
 - 10 512 (ROXOR)
 - mez kluzu 400 MPa

7. Použité podklady a literatura

Seznam použité literatury:

- [1] HRUBAN, Konrád, *Navrhování betonových konstrukcí podle stupně bezpečnosti*, Praha: Technicko-vědecké vydavatelství, 1952
- [2] BAŽANT Zdeněk., ZICH Miloš.: *K problémům s vlnitými střešními deskami*, BETON TKS s.r.o., Praha, 5/2011

- [3] ZICH Miloš., BAŽANT Zdeněk.: *Posudek střešních desek v areálu firmy KBA-Grafitec, s.r.o., Dobruška, Znalecké vyjádření, říjen 2017*
- [4] ZICH Miloš., BAŽANT Zdeněk.: *Posudek střešních desek v areálu Českých drah, a.s., Brno II, Znalecké vyjádření, listopad 2017*
- [5] *Dílce železobetonové a z předpjatého betonu a z lehkých hmot, katalog stavebních prefabrikátů 1961–1965, publikace VÚSVČ. 187, Praha, 1960*
- [6] *Vlnitá střešní deska, výkres tvaru a výztuže desek, Ústav prefabrikace Brno*
- [7] CIKRLE Petr.: *Specifika starších betonových konstrukcí., Přednášky ze diagnostiky staveb, ÚSZK VUT FAST Brno, 2016*
- [8] *Projektová dokumentace haly, TOS n.p. DOBRUŠKA. Státní ústav pro projektování závodů strojírenství KOVOPROJEKTA, stavební projekce – pobočka Brno 29. 04. 1957.*

Seznam použitých norem:

- [9] ČSN 1090-1948 Navrhování staveb ze železového betonu podle stupně bezpečnosti
- [10] ČSN 73 2001 Projektování betonových staveb, 1956
- [11] ČSN 73 0038 Navrhování a posuzování stavebních konstrukcí při přestavbách, 1987
- [12] ČSN EN 1991-1-1 (73 0035) Zatížení konstrukcí – část 1-1: Vlastní tíha a užitná zatížení
- [13] ČSN EN 1991-1-3 (73 0035) Zatížení konstrukcí – část 1-3: Zatížení sněhem
- [14] ČSN EN 1992-1-1 (73 1201) Navrhování betonových konstrukcí-část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
- [15] ČSN ISO 13822 (73 0038) Zásady navrhování konstrukcí-Hodnocení existujících konstrukcí, 2005
- [16] ČSN 73 1201 Navrhování betonových konstrukcí pozemních staveb, 2010

Seznam použitého softwaru:

- [17] IDEA StatiCA RCS - výpočet obecného průřezu, <https://www.ideastatica.com/cz/>
- [18] Autodesk AutoCAD 2018, <https://www.autodesk.cz/>
- [19] Microsoft Word
- [20] Microsoft Excel

Seznam použitých značek a symbolů:

ČSN 1090-1948

- b šířka průřezu působící za ohybu
- d výška průřezu
- r rámě výsledné dvojice vnitřních sil normálových
- r_b vzdálenost těžiště tlačené části průřezu betonu od těžiště vložek tažených
- o obvod podélné výztuže
- ϕ průměr vložky kruhového průřezu

I	rozpětí nosníku, desky nebo volná délka tlačené části
F	plocha průřezu (obecně)
F_b	průřezová plocha betonové části
F_v	skutečná průřezová plocha výztuže
C	převodní součinitel
F_a	$C \times F_v$ náhradní průřezová plocha tahových vložek
f_a	náhradní plocha tahové výztuže
f'_a	náhradní plocha tlakové výztuže
M	ohybový moment k těžišti průřezu
M_m	výslednice momentu k těžišti tahové výztuže na mezi únosnosti
P	složka kolmá k rovině průřezu (osová síla)
P_m	výslednice složky kolmé k rovině průřezu na mezi únosnosti
T	složka padající do roviny průřezu (posouvající síla)
T_m	výslednice složky padající do roviny průřezu (posouvající síla) na mezi únosnosti
N_a	tahová síla působící ve výztuži tažené
N'_a	tlaková síla působící ve výztuži tlačené
N_b	výslednice tlakových napětí v betonu
s	stupeň bezpečnosti
τ_b	napětí betonu ve smyku
τ_a	napětí v soudržnosti
κ_a	mezní napětí oceli obchodní jakosti v tahu nebo v tlaku
κ_{b0}	mezní napětí betonu v tlaku prostém
κ_b	mezní napětí betonu v tlaku za ohybu
κ_b^+	mezní napětí betonu v tahu
τ'_a	mezní napětí betonu v soudržnosti
κ_k	krychelná pevnost betonu

ČSN 73 2001

b	šířka průřezu
d	průměr nebo výška eventuelně tloušťka průřezu
h	teoretická výška průřezu
x	vzdálenost neutrální osy od tlačeného okraje
r	rámě výsledné dvojice vnitřních sil normálových
r_b	vzdálenost těžiště tlačené části průřezu betonu od těžiště vložek tažených
o	obvod podélné výztuže
ϕA	jmenovitý průměr vložky kruhového průřezu z oceli 10 002
ϕBs	jmenovitý průměr vložky kruhového průřezu z oceli 10 373
$\phi C, \phi Cs$	jmenovitý průměr vložky kruhového průřezu jádra z průběžnými rovnoběžnými výstupky z oceli 10 452, 10 453
ϕT	jmenovitý průměr vložky kruhového průřezu jádra z průběžnými šroubovitě stoupajícími výstupky z oceli 10 452 (Toros)
$\phi R, \phi Rs$	jmenovitý průměr kružnice opsané vložce křížového průřezu z oceli 10 512, 10 513 (Roxor)
D	jmenovitý průměr vložky obecně
F	plocha tlačené části průřezu betonu

F_b	celá průřezová plocha betonu tlačené konstrukční části ze železobetonu
F'_b	staticky nutná průřezová plocha betonu
F_v	skutečná průřezová plocha tahových vložek
C	převodní součinitel
F_a	$C \times F_v$ náhradní průřezová plocha tahových vložek
f_a	započitatelná náhradní plocha tahové výztuže
f'_a	započitatelná náhradní plocha tlakové výztuže
l	rozpětí nosníku, desky nebo volná délka tlačené části
L	celá skutečná nebo teoretická délka tlačené části nebo střednice oblouku
S, S_0, S_1	stupeň bezpečnosti
P	normálová síla
P_m	prostá hodnota výslednice vnitřních sil v průřezu na mezi únosnosti
T	posouvající síla
M	ohybový moment
M_m	prostá hodnota momentu vnitřních sil v průřezu na mezi únosnosti
σ	mezí napětí v oceli v tahu i tlaku
κ_c	mezí napětí betonu v dostředném tlaku
κ_d	mezí napětí betonu v tlaku za ohybu nebo za mimostředného tlaku nebo tahu
κ_t	mezí napětí betonu v tahu nebo v hlavním tahu
τ_a	napětí v soudržnosti
τ_b	napětí betonu ve smyku
τ_m	mezí napětí v soudržnosti

ČSN EN 1992-1-1 (73 1201)

A_c	průřezová plocha betonu
A_s	průřezová plocha betonářské výztuže
M_{Ed}	návrhová hodnota působícího vnitřního ohybového momentu
M_{Rd}	mezí hodnota působícího vnitřního ohybového momentu
V_{Ed}	návrhová hodnota posouvající síly
$V_{Rd,c}$	mezí hodnota posouvající síly
b_w	šířka stojiny průřezu T , I nebo L
d	účinná výška průřezu
E	modul pružnosti materiálu
f_c	pevnost betonu v tlaku
f_{cd}	návrhová pevnost betonu v tlaku
f_{ck}	charakteristická válcová pevnost betonu v tlaku ve stáři 28 dní
f_{cm}	průměrná hodnota válcové pevnosti betonu v tlaku
f_{ctk}	charakteristická pevnost betonu v dostředném tahu
f_{ctm}	průměrná hodnota pevnosti betonu v dostředném tahu
f_y	mez kluzu betonářské výztuže
f_{yd}	návrhová mez kluzu betonářské výztuže
f_{yk}	charakteristická mez kluzu betonářské výztuže
h	výška
I_y, I_z	statické momenty setrvačnosti
S	statický moment

W_k	šířka trhlin
W_{lim}	limitní šířka trhlin
x	vzdálenost neutrální osy od nejmíče tlačeného okraje
z	rameno vnitřních sil
γ_c	dílčí součinitel betonu
γ_G	dílčí součinitel stálého zatížení G
γ_M	dílčí součinitel vlastností materiálu, zahrnující nejistoty vlastnosti materiálu, geometrických odchylek a použitého výpočetního modelu
γ_Q	dílčí součinitel proměnného zatížení Q
γ_s	dílčí součinitel betonářské nebo předpínací oceli
ϵ_c	poměrné stlačení betonu
ϵ_{cu}	mezní poměrné stlačení betonu
θ	úhel
λ	štíhlostní poměr
Φ	průměr prutu betonářské výztuže

8. Seznam příloh

P1) Fotopříloha 1 Janáčkovo divadlo Brno

P2) Fotopříloha 2 KBA Grafitec Dobruška

P3) Staticky vypočet desky

P4)) Staticky vypočet desky v programu IDEA StatiCa RCS

P5) Výkresová dokumentace

Janáčkovo divadlo Brno

V1-Schéma střešní konstrukce-Janáčkovo divadlo Brno

V2-Výkres výztuže desky-Janáčkovo divadlo Brno

KBA Grafitec Dobruška

V3- Schéma střešní konstrukce-KBA Grafitec Dobruška

V4- Výkres výztuže desky- KBA Grafitec Dobruška

Společný výkres pro obě stavby

V5- Detail uložení desek v konstrukci