



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV KOVOVÝCH A DŘEVĚNÝCH KONSTRUKCÍ

INSTITUTE OF METAL AND TIMBER STRUCTURES

ZASTŘEŠENÍ SPORTOVNÍHO OBJEKTU

THE ROOF STRUCTURE OF SPORT BUILDING

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Jan Felcman

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. STANISLAV BUCHTA, Ph.D.

BRNO 2018



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

<b>Studijní program</b>	B3607 Stavební inženýrství
<b>Typ studijního programu</b>	Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
<b>Studijní obor</b>	3647R013 Konstrukce a dopravní stavby
<b>Pracoviště</b>	Ústav kovových a dřevěných konstrukcí

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

<b>Student</b>	Jan Felcman
<b>Název</b>	Zastřešení sportovního objektu
<b>Vedoucí práce</b>	Ing. Stanislav Buchta, Ph.D.
<b>Datum zadání</b>	30. 11. 2017
<b>Datum odevzdání</b>	25. 5. 2018

V Brně dne 30. 11. 2017

---

prof. Ing. Marcela Karmazínová, CSc.  
Vedoucí ústavu

---

prof. Ing. Miroslav Bajer, CSc.  
Děkan Fakulty stavební VUT

## PODKLADY A LITERATURA

ČSN EN 1991 Zatížení staveb

ČSN EN 1993 Navrhování ocelových konstrukcí

Ocelové konstrukce pozemních staveb, Faltus

Kovové konstrukce - Konstrukce průmyslových budov, Melcher, Straka

## ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

Vypracujte návrh a posouzení nosné ocelové konstrukce zastřešení sportovního objektu o rozpětí 40,0m v lokalitě Brno.

Vypracujte:

Technickou zprávu.

Statický výpočet základních nosných prvků.

Výkresovou dokumentaci v rozsahu dispozičních výkresů včetně výpisu materiálu.

## 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).

---

Ing. Stanislav Buchta, Ph.D.  
Vedoucí bakalářské práce

## **ABSTRAKT**

Tato bakalářská práce se zabývá návrhem za střešení ocelového sportovního objektu. Půdorysné rozměry jsou 40 x 60 m se světlou výškou 13,076 m. Příčná vazba je tvořena příhradovým obloukovým vazníkem, jenž je kloubově uložen na betonových pilířích. Ztužení je provedeno příčnými ztužidly. Materiál hlavních nosných prvků je z oceli S355. Konstrukce je navržena dle platných norem ČSN EN

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

obloukový příhradový vazník, ocelová konstrukce, sportovní hala

## **ABSTRACT**

This thesis presents a construction of a steel sport hall. The dimensions of the hall's ceiling are 40 x 60 m with headroom height of 13,076 m. The main girders are the arched trusses which are connected to concrete pillars by pinned joints. The main bearing parts are made of steel S355. The construction proposal adheres to the ČSN EN norms.

## **KEYWORDS**

Sports hall, steel structure, steel structure, arch truss

## BIBLIOGRAFICKÁ CITACE VŠKP

Jan Felcman *Zastřešení sportovního objektu*. Brno, 2018. !!19!! s., !!102!! s. příl.  
Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav kovových a dřevěných konstrukcí. Vedoucí práce Ing. Stanislav Buchta, Ph.D.

## PROHLÁŠENÍ

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

V Brně dne 23. 5. 2018

---

Jan Felcman  
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 23. 5. 2018

---

Jan Felcman  
autor práce

## POPISNÝ SOUBOR ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

<b>Vedoucí práce</b>	Ing. Stanislav Buchta, Ph.D.
<b>Autor práce</b>	Jan Felcman
<b>Škola</b>	Vysoké učení technické v Brně
<b>Fakulta</b>	Stavební
<b>Ústav</b>	Ústav kovových a dřevěných konstrukcí
<b>Studijní obor</b>	3647R013 Konstrukce a dopravní stavby
<b>Studijní program</b>	B3607 Stavební inženýrství
<b>Název práce</b>	Zastřešení sportovního objektu
<b>Název práce v anglickém jazyce</b>	The Roof Structure of Sport Building
<b>Typ práce</b>	Bakalářská práce
<b>Přidělovaný titul</b>	Bc.
<b>Jazyk práce</b>	Čeština
<b>Datový formát elektronické verze</b>	PDF
<b>Abstrakt práce</b>	Tato bakalářská práce se zabývá návrhem za střešení ocelového sportovního objektu. Půdorysné rozměry jsou 40 x 60 m se světlou výškou 13,076 m. Příčná vazba je tvořena příhradovým obloukovým vazníkem, jenž je kloubově uložen na betonových pilířích. Ztužení je provedeno příčnými ztužidly. Materiál hlavních nosných prvků je z oceli S355. Konstrukce je navržena dle platných norem ČSN EN
<b>Abstrakt práce v anglickém jazyce</b>	This thesis presents a construction of a steel sport hall. The dimensions of the hall's ceiling are 40 x 60 m with headroom height of 13,076 m. The main girders are the arched trusses which are connected to concrete pillars by pinned joints. The main bearing parts are made of steel S355. The construction proposal adheres to the ČSN EN norms.
<b>Klíčová slova</b>	obloukový příhradový vazník, ocelová konstrukce, sportovní hala
<b>Klíčová slova v anglickém jazyce</b>	Sports hall, steel structure, steel structure, arch truss



**Poděkování:**

Rád bych tímto poděkoval panu Ing. Stanislavu Buchtovi, Ph.D. za odborné vedení bakalářské práce, připomínky a cenné rady.

## OBSAH BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

### A. Úvodní dokument

- Titulní list - Zadaní VŠKP
- Popisný soubor - Abstrakt, klíčové slova
- Bibliografické citace VŠKP
- Prohlášení o původnosti VŠKP
- Prohlášení o shodě papírové a elektronické formy VŠKP
- Poděkování
- Obsah práce

### B. Technická zpráva

### C. Statický výpočet

### D. Výstup ze statického programu

### E. Výkresová dokumentace

- 01 Půdorys
- 02 Příčný řez A-A´
- 03 Podélný řez B-B´
- 04 Výkres kotvení
- 05 Výkres detailů



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV KOVOVÝCH A DŘEVĚNÝCH KONSTRUKCÍ

INSTITUTE OF METAL AND TIMBER STRUCTURES

## B – TECHNICKÁ ZPRÁVA

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Jan Felcman

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. STANISLAV BUCHTA, Ph.D.

BRNO 2018

<b>1. ÚVOD .....</b>	<b>3</b>
<b>2. ZÁKLADNÍ ÚDAJE .....</b>	<b>3</b>
2.1 POPIS OBJEKTU .....	3
2.2 DISPOZICE.....	3
<b>3. POUŽITÉ NORMATIVNÍ PODKLADY .....</b>	<b>3</b>
<b>4. ZATÍŽENÍ.....</b>	<b>4</b>
<b>5. VÝPOČET A STATICKÉ ŘEŠENÍ.....</b>	<b>5</b>
<b>6. POPIS NOSNÉ KONSTRUKCE .....</b>	<b>5</b>
6.1 STŘEŠNÍ PLÁŠŤ .....	5
6.2 VAZNICE.....	5
6.3 VAZNÍK .....	5
6.4 PŘÍČNÉ ZTUŽIDLA .....	5
6.5 PODÉLNÉ ZTUŽIDLA.....	6
6.6 SLOUPY ČELNÍ STĚNY .....	6
<b>7. SPOJE .....</b>	<b>6</b>
7.1 KOTVENÍ DO ZÁKLADŮ K1 .....	6
7.2 MONTÁŽNÍ SPOJE VAZNÍKU.....	CHYBA! ZÁLOŽKA NENÍ DEFINOVÁNA.
7.3 PŘIPOJENÍ VÝPLŇOVÝCH PRUTŮ VAZNÍKŮ .....	CHYBA! ZÁLOŽKA NENÍ DEFINOVÁNA.
<b>8. MONTÁŽNÍ POSTUP .....</b>	<b>6</b>
<b>9. MATERIÁL.....</b>	<b>7</b>
<b>10. OCHRANA KONSTRUKČNÍCH PRVKŮ.....</b>	<b>7</b>
<b>11. VÝKAZ MATERIÁLU .....</b>	<b>8</b>

## 1. Úvod

Tématem bakalářské práce je návrh zastřešení sportovního objektu určeného pro všestranné využití. Rozměry objektu jsou navrženy dle Neufert – Navrhování staveb. Rozměry jsou uzpůsobeny pro trojnásobnou sportovní halu, tak aby objekt měl co největší využití. Navržená konstrukce má obloukovou střechu. Půdorys je obdélníkový s rozměry 40 x 60 m. Světlá výška konstrukce je 3,0m 13,37m, tak aby po celé šířce hrací plochy byla dodržena výška 7m. Použité materiály jsou u oceli S355.

## 2. ZÁKLADNÍ ÚDAJE

### 2.1 Popis objektu

Hlavní nosná konstrukce je tvořena rovinnou příčnou vazbou z příhradových vazníků obloukového tvaru s jedním poloměrem. Vazníky jsou navrhnuté z dutých válcovaných profilů. Vazníky jsou uloženy kloubově do základové konstrukce. V konstrukci se nachází 13 příčných vazeb, jejichž příčná vzdálenost je 5m a jsou spojeny dutými vaznicemi QRO 140. Vaznice jsou uspořádané radiálně v celé délce vazníku po 1,5m. Prostorovou tuhost zajišťuje systém příčných a podélných ztužidel.

### 2.2 Dispozice

Délka objektu :	60m
Šířka objektu:	40m
Světlá výška ve středu	13,37m
Světlá výška na kraji	3,00m
Výška objektu nad terénem	13,44m
Výška objektu pod terénem	1,20m

## 3. POUŽITÉ NORMATIVNÍ PODKLADY

Konstrukce je navrhována dle platných norem ČSN EN. Konkrétní výpis všech použitých norem je v seznamu použitých zdrojů.

- ČSN EN 1990 – Zásady navrhování konstrukcí
- ČSN EN 1991 – Zatížení konstrukcí

## 4. ZATÍŽENÍ

Výpočet zatížení je provedený prostřednictvím zatěžovacích stavů na základě platných norem ČSN EN – 1991. Veškeré zatížení působící na opláštění konstrukce bylo převedeno na liniové zatížení působící na vaznice a paždíky.

Z hlediska klimatického zatížení sněhem spadá lokalita Brno podle nové mapy České republiky do oblasti II. Charakteristická hodnota zatížení sněhem pro oblast II je  $S_k=1,0\text{kN/m}^2$ .

Z hlediska kinematického zatížení větrem spadá lokalita Brno podle mapy větrných oblastí České republiky do oblasti II. Základní rychlost větru v oblasti II je  $v_{b0}=25\text{m/s}$ . Kategorii terénu v okolí uvažujeme č.II (Nízká vegetace, izolované překážky).

Konstrukce byla zatěžována 9 zatěžovacími stavy:

Stále zatížení:

- ZS1 – Vlastní tíha (vygenerována programem Dlubal RFEM 5.13)
- ZS2 – Ostatní stálé zatížení

střešní panel Kingspan KS1000 RW 100

zatížení panelu:  $0,114\text{ kN/m}^2$  S

stěnový panel Kingspan KS 1000 FH 80

zatížení panelu:  $0,194\text{ kN/m}^2$

Proměnná zatížení:

- ZS3 – Sníh plný
- ZS4 – Sníh navátý na střed
- ZS5 – Sníh navátý napravo
- ZS6 – Sníh navátý nalevo
- ZS7 – Vítr příčný zleva
- ZS8 – Vítr příčný zprava
- ZS9 – Vítr podélný

Podrobněji ve statickém výpočtu

Kombinace zatěžovacích stavů pro mezní stav únosnosti jsou vypočítané dle kombinační rovnice 6.10 uvedené v ČSN EN 1990 – Zásady navrhování konstrukcí.

## 5. VÝPOČET A STATICKÉ ŘEŠENÍ

Výpočet výsledných vnitřních sil a příslušných kombinací byl získaný z prostorového modelu konstrukce modelovaného v programu Dlubal RFEM 5.13 (studentská licence), lineárním výpočtem metodou konečných prvků.

Prvky jsou posouzené ručně a s pomocí programů MS Excel a MathCad 15.

## 6. POPIS NOSNÉ KONSTRUKCE

### 6.1 Střešní plášť

Střešní krytina je tvořená z panelů Kingspan KS 1000 RW 100, které jsou finální vrstvou. Jedná se o panel s trapézovým plechem s třemi vlnami na exteriérové straně a mírně profilovaným plechem na straně interiéru. Panely jsou připevněny k vaznicím šrouby. Únosnost je garantovaná výrobcem pro charakteristické zatížení sněhem v oblast II do rozponu 4m a pro maximální saní větru  $w_e = 1,383 \text{ kN/m}^2$  do rozponu 3,99m.

### 6.2 Vaznice

Vaznice mají délku 5m. Po vazníku jsou umístěny s osovou vzdáleností 1,5m. Průřez vaznic je QRO 140. K hornímu pásu vazníku jsou připojeny šroubů a L úhelníku přivařených k hornímu pásu. Vaznice staticky působí jako prostě podepřená.

### 6.3 Vazník

Vazník je navržený jako příhradový obloukový s poloměrem ose u horního pásu  $r=23,375\text{m}$  a u dolního  $r=21,575\text{m}$ . Všechny pruty vazníku jsou navrženy z trubek oceli S355. Konstrukční výška vazníku je v celé délce 2.050m. Vazník je rozdělen na tři montážní díly délky 16,5m(krajní) a 16,28m(sřední)

- Horní pás                    TR 219.0x 6.3
- Dolní pás                    TR 273.0x 8.0
- Diagonála                  TR 60.3x4.0
- Svislice                    TR 76.1x 4.0

### 6.4 Příčné ztužidla

Příčné ztužidla jsou umístěna křížem v krajních polích konstrukce. Přenáší pouze tahová zatížení, které přenáší do podpor. Jako ztužidlo bude použit průřez RD 24mm.

## 6.5 PODÉLNÉ ZTUŽIDLA

Podélná ztužidla jsou umístěna pod vaznicemi C,G,K,Q,W,V1,V5 a spojují spodní pásy vazníků po celé délce konstrukce, tak aby se zabránilo jejich vybočení. Jako ztužidlo bude použit průřez RD 10mm.

## 6.6 SLOUPY ČELNÍ STĚNY

Sloupy štítové stěny lícují s dolním pásem vazníku. Výška se liší podle umístění. Nejvyšší je 13,076m vysoký. Statické schéma sloupu je oboustranně kloubové uložený prut. Na prut působí pouze tlakové namáhání. Průřez prutu je HEA 340

## 7. SPOJE

### 7.1 Kotvení do základů K1

Uložení vazníku do konstrukce uvažuje kloubové, neposuvné. Kotvení je provedené pomocí patní desky 600x600 mm, tl. 20mm. Ke které je plech ložiska připojen koutovým svarem po obvodě plechu. Vazník je ukotvený do základů pomocí 4 šroubů M24 – 8.8 s kotvicí hlavou.

### 7.2 Montážní spoje vazníku

Montážní spoj je navrhnutý tak, aby bylo jednoduše možné dopravit vazník z výroby na místo stavby. Vazník je rozdělený na tři části – dva krajní, které mají stejné rozměry a střední. Spoj je řešený deskou přivařenou koutovým svarem po celém obvodu trubky. Čelní desky jsou 6mm tlusté a jsou k sobě spojeny pomocí 6 šroubů M12 4.8. V místě montážního spoje vazníku bude ve styčnicích přivařený styčnickový plech tl. 10mm na který bude připojena diagonála pomocí 2 šroubů M12 5.6.

### 7.3 Připojení výplňových prutů vazníku

Všechny diagonály a svislice jsou připojeny k vazníku koutovým svarem s účinnou výškou 3mm.

## 8. MONTÁŽNÍ POSTUP

Montáž je možné provést z obou konců současně. Montážní spoje jsou navrženy šroubové

### Postup montáže:

1. Vybetonování základových konstrukcí spolu s napřed osazenými a zabetonovanými kotevními šrouby.
2. Smontování vazníků do konstrukčních celků.



3. Vztyčení krajních vazníků (1 a 2 příčná vazba) a zajištění jejich stability v podélném směru připojením příčného ztužidla. Následné osazení vaznic a podélného ztužidla
4. Stejný postup jako v bodě 3 ,pro příčnou vazbu 12 a 13.
5. Připojení dalších vazníků směrem od kraje ke středu.
6. Připojení všech vaznic a ztužidel. Vztyčení sloupů štítové stěny Připojení k hornímu pásu vazníku.
7. Na závěr budou osazeny stěnové a střešní panely Kingspan.
8. Ostatní stavební práce.

## 9. MATERIÁL

Hlavní materiál konstrukce je S355. Na kotvení jsou použity šrouby třídy 8.8. Montážní spoje vazníku jsou ze šroubů třídy 4.8. Připojení volné diagonály je ze šroubů třídy 5.6.

## 10. OCHRANA KONSTRUKČNÍCH PRVKŮ

Ochrana konstrukce bude provedena pomocí antikorozních nátěrů.

1. Základní živičný nátěr s antikorozním pigmentem nanesený na podklad.
2. Mezivrstva živičného nátěru
3. Konečný nátěr chránící spodní před vnějšími vlivy

Malby budou provedeny natíráním i stříkáním.

## 11. VÝKAZ MATERIÁLU

Zastřešení									
Označení	Prvek	Průřez	Počet	Délka prvku	Délka celková	Hmotnost		Povrch m <sup>2</sup>	Materiál
						Kg/m	Kg		
1	Horní pás	Ro 219.0 x 6.3	13	51,60	670,80	33,00	22136,40	461,510	S355
2	Dolní pás	RO 273.0 x 8.0	13	47,77	621,91	52,30	32525,74	533,596	S355
3	Diagonála	RO 60.3 X 4.0	33	2,31	988,85	5,50	5438,68	186,893	S355
4	Svislice	RO 76.1 X 4.0	17	1,80	397,80	7,10	2824,38	95,074	S355
5	Vaznice	QRO 140.0 x 5.0	330	5,00	1650,00	21,00	34650,00	924,000	S355
6	Vaznice	QRO 140.0 x 5.0	66	5,50	363,00	21,00	7623,00	203,280	S355
7	Příčné ztužidla	RD 24.0	128	5,22	668,18	3,55	2372,04	374,180	S355
8	Podélné ztužidla	RD 10.0	7	60,00	420,00	0,60	252,00	229,740	S355

**Celková hmotnost konstrukce: 107822,23 kg**

**Celkový povrch konstrukce: 3008,274 m<sup>2</sup>**

**Celková hmotnost + spoje -3%: 111056,8933 kg**

Čelní stěna									
Označení	Prvek	Průřez	Počet	Délka prvku	Délka celková	Hmotnost		Povrch m <sup>2</sup>	Materiál
						Kg/m	Kg		
S1,S17	Čelní Sloup	HEA 340	4	1,80	7,20	104,40	751,68	12,888	S355
S2,S16	Čelní Sloup	HEA 340	4	4,26	17,04	104,40	1778,98	30,502	S355
S3,S15	Čelní Sloup	HEA 340	4	6,48	25,92	104,40	2706,05	46,397	S355
S4,S14	Čelní Sloup	HEA 340	4	8,43	33,72	104,40	3520,37	60,359	S355
S5,S13	Čelní Sloup	HEA 340	4	10,06	40,24	104,40	4201,06	72,030	S355
S6,S12	Čelní Sloup	HEA 340	4	11,36	45,44	104,40	4743,94	81,338	S355
S7,S11	Čelní Sloup	HEA 340	4	12,31	49,24	104,40	5140,66	88,140	S355
S8,S10	Čelní Sloup	HEA 340	4	12,88	51,52	104,40	5378,69	92,221	S355
S9	Čelní Sloup	HEA 340	2	13,08	26,16	104,40	2731,10	46,826	S355
9	Paždík	HEA 100	-	-	343,37	16,70	5734,35	192,289	S355

**Celková hmotnost konstrukce: 36686,86 kg**

**Celkový povrch konstrukce: 722,989 m<sup>2</sup>**

**Celková hmotnost + spoje -3%: 37787,46353 kg**

**Seznam použité literatury:**

[1] Neufert - Navrhování staveb 2. české vydání

**Normy:**

[2] ČSN EN 1990. Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí. Praha: Český normalizační institut, březen 2004, 76.s

[3] ČSN EN 1991-1-1. Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb. Praha: Český normalizační institut, březen 2004. 44s.

[4] ČSN EN 1991-1-3. Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-3: Obecná zatížení – Zatížení sněhem. Praha: Český normalizační institut, červen 2005. 52s.

[5] ČSN EN 1993-1-4. Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-4: Obecná zatížení - Zatížení větrem. Praha: Český normalizační institut, duben 2007. 124s.

[6] ČSN EN 1993-1-1. Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby. Praha: Český normalizační institut, prosinec 2006. 96s.

[7] ČSN EN 1993-1-8. Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-8: Navrhování styčníků. Praha: Český normalizační institut, prosinec 2006. 128s.

[8] ČSN 01 3483. Výkresy stavebních konstrukcí. Výkresy kovových konstrukcí. Praha: Český normalizační institut, červen 1986. 44s.

**Internetové zdroje:**

[9] KINGSPAN | Česká Republika. Document Moved [online]. Copyright © Kingspan Group [cit. 23.05.2017]. Dostupné z: <https://www.kingspan.com/cz/cs-cz>

[10] FERONA, a.s. Ferona, a.s. – Velkoobchod s hutním materiálem [online]. [cit. 2017-05- 23]. Dostupné z: <http://www.ferona.cz/cze/>

[11] Čítanka výkresů ocelových konstrukcí [online] ©2006 [cit. 2017-05-23] Dostupné z: <http://citankaok.wz.cz/index.htm>